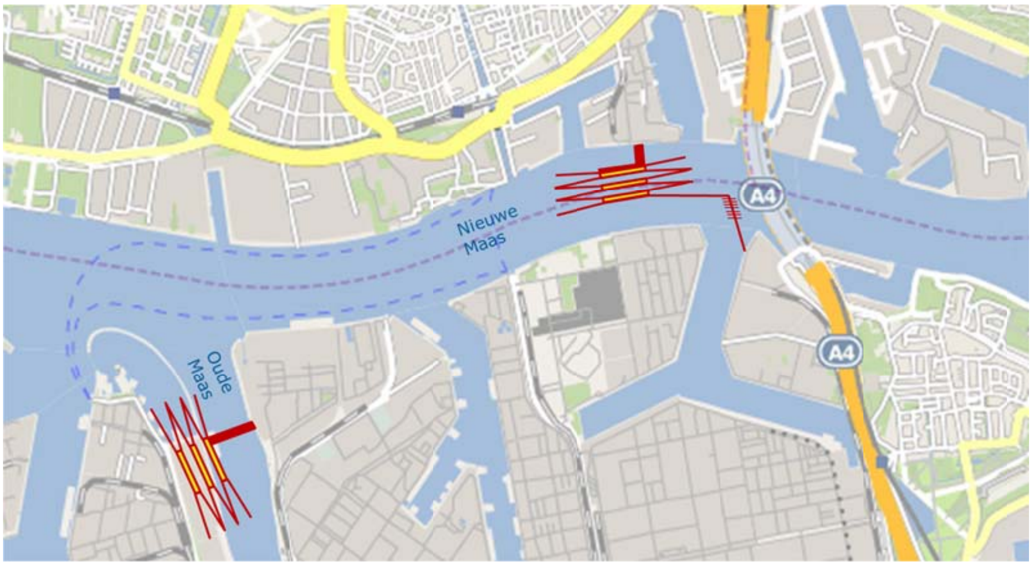
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Motie Geurts, Deltaprogramma: onderzoek naar de effecten van sluizen in de Nieuwe Maas en Oude Maas op de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening

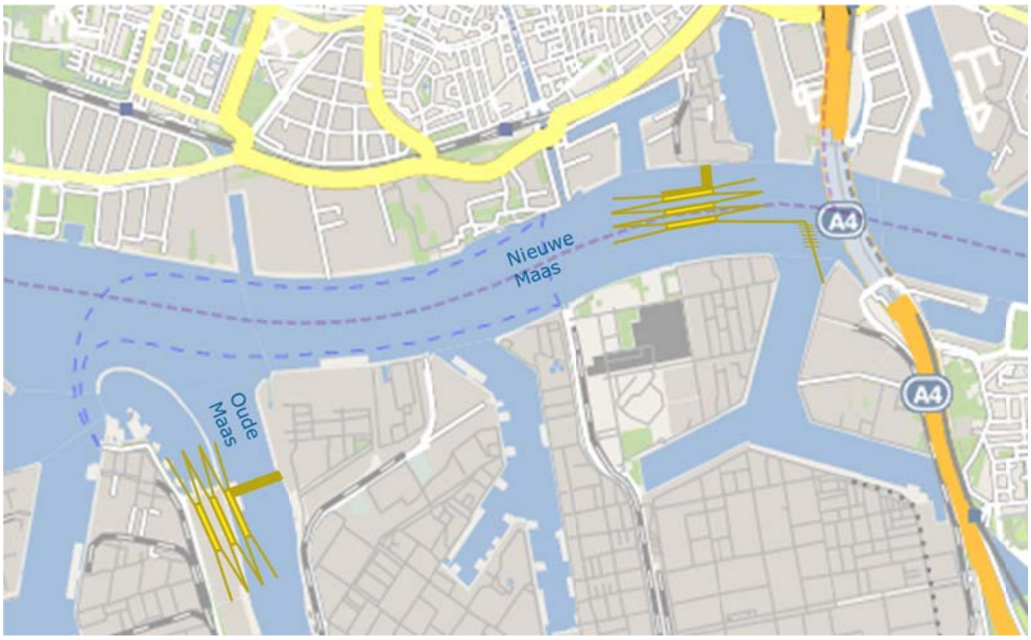
'Nader onderzoek variant afsluiting Nieuwe Waterweg'



Datum 19 november 2015
Status Definitief concept

Motie Geurts, Deltaprogramma: onderzoek naar de effecten van sluizen in de Nieuwe Maas en Oude Maas op de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening

'Nader onderzoek variant afsluiting Nieuwe Waterweg'



Datum 19 november 2015
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	www.rijkswaterstaat.nl
Telefoon	0800-8002
Opdrachtgever	Min. IenM - DGRW
Uitgevoerd door	Rijkswaterstaat WVL
Auteurs	Harold van Waveren, Arthur Kors, Astrid Labrujere, Defne Osmanoglu
Met bijdragen van	HKVlijninwater Ecorys Kennisplatform Risicobenadering Defacto Expertisecentrum Kosten-Baten Deltares
Datum	19 november 2015
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Dit rapport is geschreven op verzoek van de minister van Infrastructuur en Milieu naar aanleiding van de Motie Geurts (WGO d.d. 17 november 2014). Op verzoek van de minister heeft het Directoraat-Generaal Ruimte en Water (DGRW) van IenM opdracht gegeven aan Rijkswaterstaat voor het uitvoeren van dit onderzoek.

Aan deze studie is vervolgens door veel partijen en personen bijgedragen. Rijkswaterstaat heeft de studie uitgevoerd samen met HKVLijninwater (hoofdstuk 3, paragraaf 4.2, 6.3 en 6.6), Ecorys (hoofdstuk 5), het Expertisecentrum Kosten en baten (paragraaf 4.1), Defacto (paragraaf 6.2) en Deltares (hoofdstuk 7).

Het onderzoek is begeleid door de groep ingenieurs die het Plan sluizen heeft bedacht: de heren Ir. F. Spaargaren, prof. Ir. K. d'Angremond, Ir. A.J. Hoekstra, Ir. J.H. van Oorschot, Ing. C.J. Vroege en Prof. Drs. Ir. H. Vrijling. Zij hebben meegedacht bij de definitie van de hydraulische analyses, tussentijdse rekenresultaten zijn met hen besproken en zij hebben deelgenomen aan diverse workshops en andere activiteiten die in het kader van dit project zijn uitgevoerd. Ik ben hen zeer erkentelijk voor de rol die zij hebben gespeeld bij de uitvoering van dit onderzoek. Met hun enorme kennis en ervaring hebben zij een waardevolle bijdrage geleverd aan dit project. Minstens zo belangrijk was hun kennisoverdracht aan de huidige generatie waterbouwkundigen.

Regelmatig is er ook overleg geweest met deskundigen uit de regio van onder andere waterschappen, gemeente Rotterdam en Dordrecht, het havenbedrijf, LTO, provincie Zuid-Holland, Oasen, WWF en Deltalinqs over de inhoud van het project. Daarnaast is er voor deelonderwerpen contact gewest met onderzoekers van onder andere KNMI, TU-Delft, VU-Amsterdam, PBL en Deltares. De kwaliteitsborging is verzorgd via diverse collegiale toetsen bij RWS en het kennisplatform Risicobenadering.

De studie is uitgevoerd onder leiding van een kernteam bestaande uit Harold van Waveren (RWS), Arthur Kors (RWS), Astrid Labrujere (RWS), Hans Janssen (RWS) en Defne Osmanoglu (RWS). Daarnaast hebben bijgedragen (in de vorm van adviezen, reviews, communicatie en/of het aanleveren van informatie): Siemen Prins (RWS), Marc Peereboom (RWS), Bart Kornman (DGRW), Ard Wolters (RWS), Vera Konings (RWS), Robert Vos (RWS), Krijn Saman (RWS), Robert Slomp (RWS), Bas de Jong (RWS), Tom van der Wekken (RWS), Wim van de Brink (RWS), Marinus de Vries (RWS), Milou Wolters (RWS), Joost Backx (RWS), Justus Dokter (TU-Delft) en Koos Poot (DGRW).

De auteurs en de opdrachtgevers bij RWS en DGRW zijn iedereen die heeft bijgedragen aan deze studie zeer erkentelijk.

De Directeur-Generaal Rijkswaterstaat,

mr. ing. J.H. Dronkers

Inhoud

Samenvatting

Context
Op 17 november 2014 is tijdens een Wetgevingsoverleg (WGO) het Deltaprogramma in de Tweede Kamer besproken. De Deltabeslissingen en voorkeursstrategieën zijn daarin behandeld. Deze zijn daarna door het kabinet vastgelegd in de tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan.

Tijdens het debat is de motie Geurts ingediend, deze luidt:

De Kamer, gehoord de beraadslaging, verzoekt de regering, de variant om sluizen aan te leggen in de Nieuwe Waterweg op korte termijn beter te onderzoeken, waarbij eventuele verlaging van de waterstanden achter de sluis en de effecten op het tegengaan van verzilting worden meegenomen, en de voor- en nadelen, ook ten aanzien van de kosten, voor te leggen aan de Tweede Kamer, en gaat over tot de orde van de dag.

Deze motie is aangenomen, waarbij de minister heeft toegezegd binnen een jaar de resultaten van het onderzoek voor te leggen aan de Tweede Kamer.

Aanpak
In dit rapport worden twee alternatieven beschreven en vergeleken: de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden en een alternatief plan, het zogenaamde 'Plan Sluizen Rijn-Maasmonding' (in het vervolg van dit rapport: 'Plan Sluizen'). Deze beschrijving vindt plaats aan de hand van de thema's hydraulica, zoetwatervoorziening, scheepvaart, natuur, ruimtelijke inrichting buitendijkse gebieden en kosten-baten. Het Plan Sluizen is in dit rapport uitgewerkt tot hetzelfde niveau als de voorkeursstrategie Rijnmond-Drechtsteden.

Daarbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van dezelfde methoden, modellen, uitgangspunten en aannames als gehanteerd in het Deltaprogramma. Op die manier zijn de Voorkeursstrategie en het Plan sluizen zoveel mogelijk vergelijkbaar.

Opgave
Zowel de voorkeursstrategie van Deltaprogramma Rijmond – Drechtsteden als Plan Sluizen beogen de waterstaatkundige opgave in de RijnMaasmonding voor de korte en lange termijn het hoofd te bieden. Op hoofdlijnen komt de opgave neer op:
- Invoering van nieuwe normen voor waterveiligheid, waarbij wordt overgestapt van overschrijdingskansen op overstromingskansen.
- Verandering in Maatgevende Hoogwaterstanden als gevolg van klimaatverandering.
- Zetting (wegzakkende dijken door de slappe ondergrond), hetgeen doorwerkt in een hoogteopgave voor de waterkeringen.
- Aanpakken van bestaande sterkteproblemen, met name piping en macrostabiliteit.
- Toename verzilting door de zeespiegelstijging.

Voorkeursstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden
In het Deltaprogramma is een voorkeursstrategie voor Rijnmond-Drechtsteden opgesteld (DP2015). Deze is in september 2014 door de Deltacommissaris aan de Minister van IenM aangeboden. De Minister van IenM heeft deze voorkeursstrategie overgenomen en vastgelegd in het kabinetsvoorstel voor een herziening van het

Nationaal Waterplan. Deze is op 3 december 2014 aangeboden aan de 2e Kamer. De voorkeursstrategie voor de Rijn-Maasmonding is goedgekeurd door de Stuurgroep Rijnmond-Drechtsteden. Die bestond uit vertegenwoordigers van regionale overheden en het rijk.

Op hoofdlijnen houdt de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma het volgende in:

1. Preventie door dijken (op basis van overstromingskansnormen), stormvloedkeringen en rivierverruiming blijft de basis voor het veilig houden van dit gebied. Concreet betekent dit:
   - Aan de zeezijde blijven de Europoortkering (Maeslantkering en Hartelkering) en de Haringvlietdam bescherming bieden;
   - Een vervanging van de Maeslantkering in 2070 met een kleinere faalkans
   - Sterke urbane dijken in de stadsregio Rotterdam, het eiland IJsselmonde en langs de Drechtsteden richting Gorinchem;
   - Sterke zeedijken en compartimenteren op Voorne-Putten, Hoekse Waard en Eiland van Dordrecht;
   - Toekomstbestendige rivierdijken langs de Lek en de Hollandsche IJssel.
   - Vervanging van de kering in de Hollandsche IJssel in 2050 met een kleinere faalkans;
   - In de riviergedomineerde delen van de Merwedes zijn rivierverruimende maatregelen te overwegen.
   - Op langere termijn kunnen ruimtelijke maatregelen en rampenbestrijding in aanvulling op preventie de veiligheid vergroten.
2. Zoetwater: zoetwatervoorziening via Kleinschalige Wateraanvoer+ (KWA+) en op termijn indien nodig de Permanente Oostelijke Aanvoer (POA)

De voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden is gerapporteerd in het syntheserapport Rijnmond-Drechtsteden en de notitie Voorkeursstrategie DPRD op basis van de KBA Waterveiligheid (Deltaprogramma, 2014b; Deltares, 2014b; HKV, 2014a).

Plan sluizen

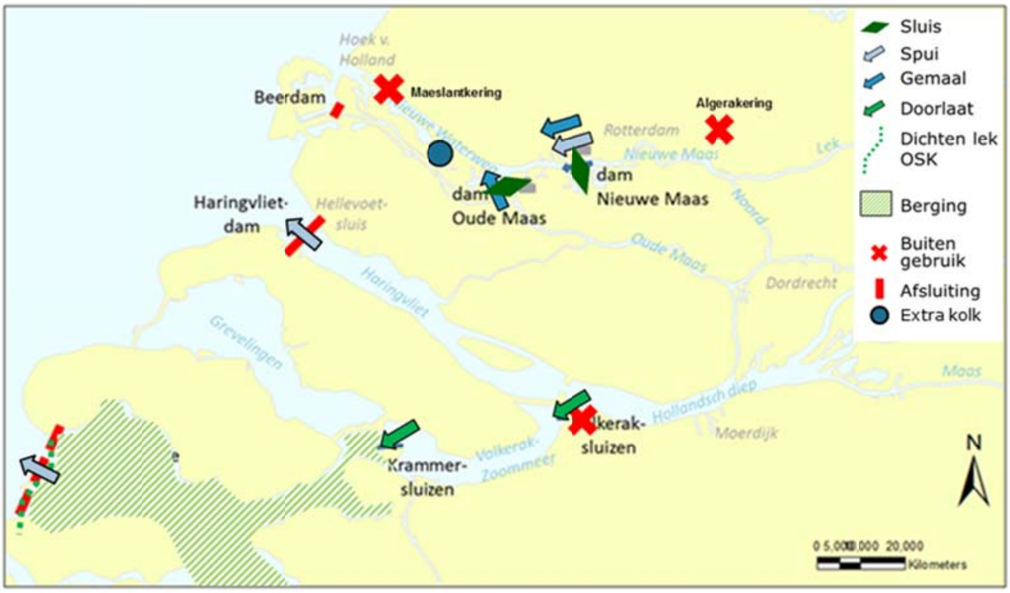
Een zestal ingenieurs onder leiding van ir. Spaargaren, allen betrokken bij de bouw van de Oosterscheldekering en de Maeslantkering, vindt dat de optie om de Nieuwe Waterweg af te sluiten, onvoldoende onderzocht is. Zij hebben een alternatief opgesteld, het Plan Sluizen. Dit plan heeft zich in de loop van de tijd ontwikkeld. Het bevat de volgende elementen:

- Het eerste plan (februari 2014) omvatte het afsluiten van de Nieuwe Maas en Oude Maas met elk een dam, voorzien van schutsluizen; tevens ging het plan uit van berging in de Grevelingen en/of in de Oosterschelde.
- In voorjaar 2014 is een spuisluis van 2000 m^3/s in de dam van de Nieuwe Maas toegevoegd.
- Om de berging in de Oosterschelde goed te laten werken, is in het najaar van 2014 het dichten van het lek in de kering toegevoegd, evenals het optimaliseren van het sluitregime.
- In de laatste stap zijn gemalen bij de dammen in de Oude Maas en Nieuwe Maas toegevoegd, in totaal 3000 m^3/s.

Het plan beoogt om in 2100 een waterstandsdaling te creëren die de stijging van de MHW’s door klimaatverandering compenseert.

In het plan is de Maeslantkering overbodig. Ook is in eerste instantie de kering in de Hollandse IJssel weggelaten. Omdat de analyses in dit onderzoek laten zien dat de

MHW’s op de Hollandse IJssel zonder kering (flink) toenemen, is voor de raming van de kosten de kering in de Hollandsche IJssel toch weer opgenomen. Tevens wordt er vanuit gegaan dat er een open verbinding wordt gerealiseerd tussen Volkerak en Hollandsch Diep. Het Beerkanaal wordt bij de monding van het Hartelkanaal afgedamd. Om hinder voor de scheepvaart te compenseren wordt een extra kolk aangelegd bij de Rozenburgsesluis. Eventueel resterende opgaven als gevolg van de nieuwe normering, klimaatverandering en/of bodemdaling worden met dijkversterking opgelost.



Figuur 0.1 *Overzicht van de belangrijkste infrastructurele maatregelen in het Plan Sluizen zoals in voorliggend rapport beschreven.*

Aanpak

Om de motie Geurts te kunnen beantwoorden is hydraulisch onderzoek uitgevoerd, zijn kosten en baten bepaald en zijn de effecten op de waterveiligheid, de zoetwatervoorziening en andere functies onderzocht. Dit alles op een dusdanig detailniveau, dat een goede vergelijking tussen Plan Sluizen en de voorkeursstrategie van Rijnmond-Drechtsteden kan worden gemaakt.

Gedurende het project is intensief samengewerkt met de zes ingenieurs die het Plan sluizen hebben opgesteld. Na vaststelling van het Plan van aanpak (in een gesprek met de DG-RWS) zijn er maandelijks voortgangsoverleggen geweest waarin de tussenresultaten werden besproken. Op basis daarvan zijn ook extra berekeningen uitgevoerd, onder meer gevoeligheidsanalyses en aanpassingen van het plan. Daarnaast zijn diverse workshops georganiseerd voor specifieke deelonderwerpen, onder meer de hydraulische robuustheid en ruimtelijke ordening buitendijks.

Conclusies en aanbevelingen

Onderstaand worden de conclusies en aanbevelingen samengevat. Allereerst volgen de conclusies van het vergelijkend onderzoek naar het Plan sluizen en de Voorkeursstrategie. Het gaat daarbij om de versie van het Plan sluizen zoals dat er begin 2015 lag, en de Voorkeursstrategie zoals die in het Deltaprogramma 2015 is beschreven. Het Plan Sluizen is in dit rapport uitgewerkt tot hetzelfde niveau als de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma.

Bij een aantal conclusies wordt verwezen naar een meer recente versie van het Plan sluizen. Op basis van het onderzoek hebben de ingenieurs besloten het plan op een aantal punten te wijzigen. Omdat het onderzoek op dat moment al was afgesloten, kon dat niet meer worden meegenomen in deze studie. Wel zijn waar dat kon kwalitatief de effecten beschreven.

Met een aantal conclusies is de groep ingenieurs achter het Plan sluizen het niet eens. Vanwege die reden reflecteren de ingenieurs in de paragraaf na de conclusies op het onderzoek.

Conclusies

Op basis van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. Waterveiligheid: met het Plan Sluizen kan de MHW-stijging in 2100 als gevolg van klimaatverandering in een groot deel van het benedenrivierengebied worden gecompenseerd. Dankzij een aantal nieuwe elementen in het Plan ten opzichte van de versie die in september 2014 is beoordeeld, is het effect op MHW's sterk vergroot. De nieuwe elementen zijn: gemalen (ter grootte van 3000 m^3/s) en het dichten van een deel van het lek van de Oosterscheldekering. In de RijnMaasmonding kan achter de sluizen de MHW-stijging (orde grootte 0,5 tot 0,7 m in 2100), die als gevolg van klimaatverandering in een open situatie de komende eeuw ontstaat, worden gecompenseerd.
   In de directe omgeving van de sluizen zijn grotere MHW-verschillen te zien. Direct achter de sluizen (ter hoogte van Rotterdam) daalt de MHW in 2100 met 1,4 m ten opzichte van de huidige situatie (uitgaande van een faalkans van de Maeslantkering van 1/100). Het MHW daalt van N.A.P. + 3,60 m in 2015, naar N.A.P. + 2,90 m in 2100. Ten opzichte van de Voorkeursstrategie (met een faalkans vanaf 2070 van de Maeslantkering van 1/1000) is het verschil bijna 1 m. Direct voor de sluizen (traject Maeslantkering – sluizen) dringt de stormstand op zee door, vermeerderd met een lokale opstuwing van 0,5 m. Het MHW stijgt daardoor in 2100 met 2,40 m ten opzichte van het huidig beheer (met een faalkans van de Maeslantkering van 1/100).
   Op de Hollandse IJssel kan de MHW-stijging die door klimaatverandering ontstaat niet voldoende gecompenseerd worden om de Hollandsche IJsselkering te laten vervallen. Daarom is voor de raming van de kosten de kering in de Hollandsche IJssel toch weer opgenomen.
2. Investeringskosten: Zowel de Voorkeursstrategie als het Plan sluizen hebben een zichttermijn tot 2100. Kostenramingen zijn daarom per definitie met grote onzekerheden omgeven. Vanwege die reden wordt in de kostenraming van de Voorkeursstrategie en het Plan sluizen conform de Standaard-Systematiek voor Kostenramingen in de bouw (SSK) gewerkt met een risico-opslag van 35% en een onzekerheidsmarge van plus of min 50%.
   Op basis van deze uitgangspunten liggen de nominale investeringskosten van de voorkeursstrategie en van het Plan Sluizen op basis van dit onderzoek beide in de orde grootte van 8 miljard euro. De grootste onzekerheid bestaat bij de kosten van de gemalen (die zitten in Plan sluizen), de vervanging van de Maeslantkering (die zit in de VKS) en de kosten van de dijken (die zitten in de VKS en Plan sluizen). De investeringskosten voor de gemalen zouden een half miljard euro hoger kunnen liggen. De vervanging van de Maeslantkering zou gezien de hogere faalkanseis (1/1000 in plaats van de huidige 1/100) ook een stuk duurder uit kunnen vallen.
   De kosten van de dijkversterkingen zouden fors lager kunnen liggen, een orde grootte van een miljard is mogelijk. Dit werkt echter zowel door in Plan Sluizen als in de VKS. Dit levert dus geen extra baten op voor het Plan Suizen (vergeleken met de voorkeursstrategie).

Het Plan Sluizen levert een besparing op in de kosten voor de dijkversterkingen in de komende eeuw. Totaal gaat het om ongeveer 0,7 tot 1,2 miljard euro (respectievelijk in 2070 of 2100). Ook wordt de vervanging van de Maeslantkering overbodig, dit levert een besparing van ruim 1 miljard euro op. Tegenover deze besparingen staat een ongeveer gelijkwaardige investering in de aanleg van sluizen en gemalen. Hierdoor komen de Voorkeursstrategie en het Plan Sluizen qua orde grootte van de investeringskosten gelijk uit. Bij het Plan Sluizen wordt uitgegaan van aanleg van de sluizen tussen 2030 en 2040. De investeringen voor het Plan Sluizen liggen dus relatief vroeg in de 21e eeuw. De grootste baten (vermeden kosten voor de dijkversterkingen en vervanging van de Maeslantkering) zitten in de tweede helft van deze eeuw, wanneer de klimaatverandering echt doorzet.

3. <u>Contante waarde</u>: In termen van Contante waarden is de voorkeursstrategie goedkoper dan het Plan Sluizen indien dit plan in 2040 wordt uitgevoerd. Dit scheelt 20 tot 40%, afhankelijk van de gekozen discontovoet (die wordt binnenkort herzien) en het gehanteerde klimaatscenario. Het verschil is ook goed te verklaren op basis van het relatief vroege moment waarop de meeste investeringen plaatsvinden bij het Plan Sluizen en het relatief late moment waarop de baten (vermeden kosten voor dijkverhogingen) gaan optreden (pas na 2050). Indien de sluizen in 2070 worden aangelegd, komen de Contante Waarde-cijfers aanzienlijk dichter bij elkaar te liggen. Het verschil is dan tussen de 0 en 5%. Dit verschil valt binnen de onzekerheidsmarges die met dit onderzoek zijn gemoeid.
4. <u>Dijken</u>: De kosten voor de dijken in de Voorkeursstrategie zijn ongeveer 5,2 tot 5,7 miljard euro, afhankelijk van het moment waarop de Maeslantkering wordt vervangen (respectievelijk in 2070 of 2100). Ondanks dat het Plan Sluizen geoptimaliseerd is ten opzichte van het Deltaprogramma blijken er ook in dit plan nog aanzienlijke kosten gemoeid met dijkversterking, totaal ongeveer 4,5 miljard euro. Dit heeft vooral te maken met het nu reeds bestaande tekort aan sterkte (stabiliteit en piping) bij veel dijken. Daarnaast lost het Plan sluizen ook het zettingsprobleem niet op (dijken die zakken door de slappe ondergrond). Het sterktetekort werkt ook sterk door wanneer op nieuwe normen wordt overgegaan, aangezien dan juist het sterktetekort, en in mindere mate een hoogtetekort, opgelost moet worden. Het in het overgrote deel van het gebied constant houden van de MHW's in het Plan Sluizen (de essentie van het plan) draagt onvoldoende bij aan het oplossen van (bestaande) sterkteproblemen en zetting, hiervoor zijn vooral constructieve ingrepen in de dijken nodig.
5. <u>Scheepvaart</u>: Er is nog grote onduidelijkheid over de kostenschattingen voor de scheepvaart door extra wachttijden in 2100. Alles bij elkaar zijn de verschillen tussen de cijfers die zijn gehanteerd voor de Voorkeursstrategie van het Deltaprogramma en die volgens de laatste inzichten zo groot, dat geconcludeerd kan worden dat de cijfers nog niet stabiel zijn. Het is dan ook lastig harde conclusies te trekken op basis van deze cijfers voor 2100.
   Voor 2050 zijn de cijfers iets betrouwbaarder, omdat voor dat jaartal als basis de WLO-scenario's van de planbureaus gebruikt kunnen worden. Die gaan tot 2040. De extra jaarlijkse passagekosten in het Plan Sluizen in 2050 variëren tussen de 22 en 88 miljoen euro in 2050. Op basis van expert judgement wordt ingeschat dat dit waarschijnlijk een onderschatting is.
   De extra passagekosten in 2100 variëren tussen de -18 en +140 miljoen euro in 2100. Bij de ramingen in de studies voor de Voorkeursstrategie lagen de getallen soms meer dan een miljard euro per jaar hoger.
   Het verwijderen van de Volkeraksluizen levert winst op voor de scheepvaart. Hiervoor zijn extra infrastructurele maatregelen nodig in de omgeving van het Volkerak-Zoommeer om de afwatering vanuit West-Brabant mogelijk te houden.

Deze kosten zijn niet in de raming opgenomen. Tevens moet onderzocht worden in hoeverre het verwijderen van de Volkerak-sluizen past in het internationale scheepvaartverdrag met België. Hierin is afgesproken dat de Schelde-Rijnverbinding slechts een beperkt getijverschil mag hebben, tussen de -1,0m en +0,5m NAP.

6. Zoetwater en verzilting: Zowel met de voorkeursstrategie als met het Plan Sluizen kan een zoetwatervoorziening worden gerealiseerd die voldoet aan de doelstellingen zoals die in het Deltaprogramma en het Nationaal Waterplan zijn geformuleerd, ook als het klimaat verandert. Een robuuste zoetwatervoorziening is een positief effect van het Plan Sluizen. Hiervoor hoeft niet extra te worden geïnvesteerd. Voor het Plan Sluizen wordt aangenomen dat de investering in de uitbreiding van fase 2 van de Kleinschalige wateraanvoer overbodig wordt. Het daarmee gemoeide bedrag van 45 miljoen euro is dus een vermeden uitgave. Het uitbreiden van de kleinschalige wateraanvoer (KWA) tot een permanente aanvoerroute is in de voorkeursstrategie niet direct nodig voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland. De KWA+ is robuust genoeg (zie ook de (stresstest Deltaprogramma Zoetwater; Deltares, 2015). Maar er zijn wellicht wel kansen voor veiligheid, natuur, economie en scheepvaart. Deze optie wordt in de voorkeursstrategie daarom opengehouden, ook na 2050. De komende jaren worden de voor- en nadelen van deze optie door het programmabureau Zoetwater verder onderzocht. De Permanente Oostelijke Aanvoer is ook in het Plan Sluizen overbodig, omdat door de dam in de Nieuwe Maas de Hollandsche IJssel (en daarmee het innamepunt bij Gouda) niet meer kan verzilten. In de Voorkeursstrategie kan dat wel, waarbij vervolgens de KWA+ voldoende compensatie biedt om de zoetwateraanvoer te garanderen.
   In de Voorkeursoplossing zal de verzilting in de loop van de eeuw steeds verder landinwaarts dringen. De zoetwatervoorziening kan echter worden geborgd, zelfs bij het meest extreme klimaatscenario.
7. Buitendijkse gebieden: In dit rapport zijn in kwalitatieve termen de gevolgen van het Plan Sluizen en de Voorkeursstrategie beschreven voor de ruimtelijke ontwikkeling buitendijks. Wat betreft de buitendijkse gebieden is gebleken dat de potentiële schade door overstroming zeer groot is, zowel in termen van geld (het kan oplopen tot vele miljarden) als voor mens en milieu. Op dit punt is dan ook een aparte aanbeveling geformuleerd. Voor zowel het plan Sluizen als de VKS zijn maatregelen mogelijk om de buitendijkse schade te kunnen beperken.
8. Natuur: Wat betreft de natuuraspecten leidt het Plan Sluizen tot een forse opgave. De laatste open verbinding met de zee wordt afgesloten. Met name de ADC-toets van Natura-2000 zal daardoor lastig worden. Er zal in ieder geval compensatie nodig zijn van natuur die verloren gaat, met name zoetwatergetijdenatuur en de open vismigratieroute voor het Rijn- en Maasstroomgebied. Kansen voor compensatie zijn er vooral op het Haringvliet, met de randvoorwaarde van een goede zoetwatervoorziening. De kosten voor compenserende maatregelen konden binnen de scope van deze studie niet worden gekwantificeerd.
   In de Voorkeursoplossing zal het zout maken van het Volkerak-Zoommeer moeten worden gecompenseerd. Dit is opgenomen in het maatregelenpakket en de kostenraming.

Reflectie van de 6 ingenieurs op de conclusies

In deze paragraaf reflecteren de ingenieurs op de resultaten van het onderzoek. Met een aantal conclusies zijn zij het niet eens, en in deze paragraaf wordt dat toegelicht.

1. Waterveiligheid. De ingenieurs zijn van mening dat in de Voorkeursstrategie, waarbij de Maeslantkering in 2070 wordt vervangen door een nieuwe kering met

een faalkans 1/1000, de veiligheid onvoldoende kan worden verzekerd. Vervanging van de kering, met een levensduur van circa 70 jaar, achten zij bij een doorgaande zeespiegelrijzing geen realistische optie. Als gevolg daarvan hebben de conclusies, voor zover deze betrekking hebben op een Maeslantkering met een faalkans 1/1000, hun inziens een hypothetisch karakter.

2. Investeringskosten. De ingenieurs geven aan, dat naar hun mening het Plan sluizen ten opzichte van de VKS 2 tot 3 miljard euro goedkoper is. Het verschil wordt veroorzaakt door de volgende punten:
   - In het Plan sluizen zou 700 M€ extra kunnen worden bespaard op de dijken. Dit berust op een inschatting van de ingenieurs.
   - De vervanging van de Maeslantkering in de VKS met een faalkans van 1/1000 zou 1,0 tot 1,5 miljard euro duurder zijn.
   - De kosten van de gemalen in Plan sluizen zijn 700 M€. In dit onderzoek is uitgegaan van 750 M€.
   - De ingenieurs gaan in hun kostenramingen uit van een post onvoorzien van 10 tot 20%. Zij baseren zich daarbij deels (voor de gemalen) op daadwerkelijk uitgebrachte offertes.

     In verband met de optredende buitendijkse schade (zie hoofdstuk 6 en bijlage 5) hebben de ingenieurs recent hun plan aangepast. De sluizen worden westwaarts gelegd, waardoor er slechts beperkte schade kan ontstaan (zie bijlage 7). De schade wordt bij deze aangepaste versie geraamd op 0,1 miljard bij 1/10 jaar resp. 200 miljoen Euro en 300 miljoen Euro bij 1/100 jaar en 1/1000 jaar. De ingenieurs zijn van mening dat er bij de Voorkeursoplossing sprake is van een onacceptabel groot risico, zeker als de Maeslantkering als gevolg van zeespiegelstijging steeds vaker moet sluiten. De kans dat het buitendijks dan een keer misgaat als gevolg van een niet-sluitende stormvloedkering neemt dan navenant toe. Hetzelfde geldt voor de schade. Binnen het kader van deze studie kon deze aangepaste versie van het Plan sluizen variant niet meer worden doorgerekend.

     De ingenieurs schatten in dat in de Voorkeursstrategie ten minste 750 miljoen euro extra moet worden uitgegeven om het buitendijks gebied te beschermen (zie conclusie 2). Ook dit kon in het kader van deze studie niet meer worden geverifieerd.
3. Contante waarde: De ingenieurs geven op basis van hun eigen aangepaste begroting en uitvoeringsplanning aan, dat de investeringsritmes van beide plannen veel dichter bij elkaar liggen, en dat de doorvertaling naar Contante waardes daarom niet relevant is.
4. Dijken: De ingenieurs zijn van mening dat er in het Plan sluizen 700 M€ extra bespaard zou kunnen worden. Zij wijzen erop dat de toegepaste ontwerp- en berekeningsmodellen onvoldoende gevalideerd zijn. In het Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden wordt vermeld: "De resultaten van de berekeningen zijn geschikt om alternatieven in een beleidsanalyse met elkaar te vergelijken. Ze zijn echter niet geschikt voor het ontwerpen van Dijken" (zie ook conclusie 2).
5. Scheepvaart. De ingenieurs merken op dat de passagekosten in 2100, als gevolg van het vaker sluiten van de Maeslantkering, voor deze kering en voor sluizen in dezelfde orde van grootte liggen. Voorts benadrukken zij dat de passagekosten niet ten laste van het Havenbedrijf komen. De omzetdaling van het Havenbedrijf wordt geschat op 0,5 %. Dat geldt dus ook voor de Voorkeursoplossing. Naar de mening van de ingenieurs zijn de passagekosten en de omzetdaling geen onderscheidend aspect in de afweging van belangen.
6. Zoetwatervoorziening en verzilting: In de Voorkeursoplossing zal de verzilting in de loop van de eeuw steeds verder landinwaarts dringen. Op basis van dit

rapport wordt dat acceptabel geacht, omdat de zoetwatervoorziening kan worden geborgd. De ingenieurs plaatsen daar een vraagteken bij en wijzen erop dat er slechts een onderzoek op hoofdlijnen is uitgevoerd en dat het Deltares instrumentarium blijkt nog niet voldoende te functioneren.

7. Buitendijkse gebieden: De ingenieurs merken op dat in de Voorkeursstrategie de risico's sterk onderbelicht zijn gebleven. Uit het onderzoek door HKV blijkt dat in de Voorkeursoplossing de schade eens in de tien jaar 0,5 miljard bedraagt. Voor eens in de 100 jaar en eens in de 1000 jaar bedraagt de schade resp. 0,7 miljard en 1,6 miljard. Voor eens in de 10.000 jaar loopt de schade, volgens een onafhankelijk onderzoek, op tot 10 – 20 miljard. De sociale impact is enorm. Hetzelfde geldt voor de gevolgen voor het milieu.

Aanbevelingen, mede naar aanleiding van de reflectie van de 6 ingenieurs

In dit rapport is een groot aantal aanbevelingen geformuleerd. In dit hoofdstuk worden de vier belangrijkste samengevat, Hierbij zijn de reflectiepunten van de zes ingenieurs in acht genomen.

1. Het buitendijks gebied in de RijnMaasmonding is kwetsbaar voor overstroming. Hiervoor gelden geen waterveiligheidsnormen. De gemeente Rotterdam is inmiddels begonnen met het ontwikkelen van beleid voor het buitendijks gebied. Aanbevolen wordt de bevindingen van dit onderzoek hierin mee te nemen.
2. Het Plan Sluizen en de Voorkeursstrategie kennen aanzienlijke kosten voor dijkversterking. Na de volgende toetsronde (in 2023) is er meer duidelijkheid over de staat van de dijken in de Rijn-Maasmonding. Aanbevolen wordt om dan nog eens goed naar de kosten voor de dijken te kijken, want in beide varianten nemen die een groot deel van de kosten voor hun rekening (4,5 tot 5,2 miljard euro). Niet uitgesloten is dat de kosten van de dijkversterkingen lager kunnen worden. Als dat het geval blijkt te zijn, werkt dat evenredig door in beide varianten. Hierdoor zal het verschil in investeringskosten tussen Plan sluizen en de Voorkeursstrategie niet significant veranderen. Dit zal dan dus ook geen consequenties hebben voor de conclusies van dit onderzoek.
3. De berekende kosten voor de scheepvaart zijn substantieel lager dan berekend in het Deltaprogramma, tegelijk wordt opgemerkt dat de onzekerheden in de uitkomsten groot zijn. In de beschikbare tijd was het niet mogelijk hiernaar gedegen onderzoek te doen, dit zou in een vervolg meer aandacht verdienen. Overigens leidt dit naar verwachting niet tot andere conclusies van dit onderzoek.
4. Ook de raming van de gemalen is met een grote onzekerheid omgeven. Gemalen op deze schaal zijn nog nooit gemaakt. Dat maakt het lastig om op basis van ervaring een goede raming te maken. Eigenlijk zou het ontwerp verder uitgewerkt moeten worden om vanuit de concrete opbouw van de gemalen met enige zekerheid uitspraken over de kosten te kunnen doen. De ingenieurs hebben dat gedaan. Vanwege die reden zijn de kostenramingen van de ingenieurs integraal meegenomen in deze studie. Dit leidt overigens niet tot andere conclusies. De kostenraming voor de vervanging van de Maeslantkering in 2070 is gezien de lange zichttermijn nog met grote onzekerheid omgeven. Voor een betere kostenraming is een uitgewerkt ontwerp nodig. Het moment waarop is afhankelijk van de mate van zeespiegelstijging. De Maeslantkering is ontworpen voor een maximale zeespiegelstijging van 60 cm. Aanbevolen wordt de zeespiegelstijging goed te monitoren, zodat op tijd gestart kan worden met het ontwerp en de bestuurlijke besluitvorming.

Slotbeschouwing

Uit de conclusies van dit onderzoek blijkt, hierbij de reflectie van de zes ingenieurs in acht nemend, dat sluizen in de Rijn- Maasmonding een serieuze

optie zijn voor het aanpakken van de waterveiligheids- en zoetwateropgave, in ieder geval voor de tweede helft van deze eeuw. Aanbevolen wordt om deze optie open te houden in de Voorkeursstrategie van Rijnmond-Drechtsteden. Op basis van dit onderzoek is er geen reden om op korte termijn te besluiten tot de afsluiting van de Rijn-Maasmonding met sluizen.
Of, en zo ja wanneer, er gekozen moet worden voor sluizen is vooral afhankelijk van de zeespiegelstijging en mogelijk ook de sociaal-economische ontwikkeling in de RijnMaasmonding. Aanbevolen wordt om in ieder geval bij de vervanging van de Maeslantkering serieus te kijken naar sluizen. Afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging is dat tussen 2070 en 2100. Om snelle besluitvorming mogelijk te maken, wordt aanbevolen om tijdig een meer gedetailleerd plan uit te werken. Tevens wordt aanbevolen zeespiegelstijging en rivierafvoeren goed te monitoren, zodat een eventuele versnelling van klimaatverandering tijdig wordt onderkend.

1 Inleiding

1.1 Motie Geurts

Op 17 november 2014 is tijdens een Wetgevingsoverleg (WGO) het Deltaprogramma besproken in de Tweede Kamer. De Deltabeslissingen en voorkeursstrategie zijn daarin behandeld. Deze zijn daaropvolgend door het kabinet vastgelegd in de tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan (MinIenM, 2015).

Tijdens het debat (WGO) is een aantal moties ingediend, waar onder de motie Geurts. De motie luidt als volgt (TK, 2014):

De Kamer, gehoord de beraadslaging, verzoekt de regering, de variant om sluizen aan te leggen in de Nieuwe Waterweg op korte termijn beter te onderzoeken, waarbij eventuele verlaging van de waterstanden achter de sluis en de effecten op het tegengaan van verzilting worden meegenomen, en de voor- en nadelen, ook ten aanzien van de kosten, voor te leggen aan de Tweede Kamer, en gaat over tot de orde van de dag.

Deze motie is aangenomen, waarbij de minister heeft toegezegd binnen een jaar de resultaten van het onderzoek voor te leggen aan de Tweede Kamer.

1.2 Aanpak

In dit rapport worden twee alternatieven beschreven en vergeleken, de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden en een alternatief plan, het zogenaamde 'Plan Sluizen Rijn-Maasmonding' (in het vervolg van dit rapport: 'Plan Sluizen'). Deze beschrijving vindt plaats aan de hand van de thema's hydraulica, zoetwatervoorziening, scheepvaart, natuur, ruimtelijke inrichting buitendijkse gebieden en kosten-baten. Het Plan Sluizen is in dit rapport uitgewerkt tot hetzelfde niveau als de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma.

1.2.1 Analyse hydraulica

In deze deelstudie zijn berekeningen gemaakt met het Deltamodel (de module 'SOBEK'). Hierbij is dezelfde versie gebruikt als in het Deltaprogramma. Die berekeningen concentreren zich op (zie ook hoofdstuk 2):
- het afsluiten van de Nieuwe Maas en Oude Maas door middel van een dam, voorzien van schut- en spuisluizen;
- de inzet van de Oosterschelde voor berging, met inbegrip van het optimaliseren van het sluitregime van de Oosterscheldekering en het verkleinen van het lekverlies in de Oosterscheldekering;
- inzet van gemalen in de Nieuwe Maas en Oude Maas.

Met het model zijn de effecten op waterstanden uitgerekend. Die zijn doorvertaald naar Maatgevend Hoogwaterniveaus (MHW's) en naar het Hydraulische Belasting Niveau (HBN).
Daarnaast zijn verschillende aanvullende berekeningen gemaakt met het doel aannamen en uitgangspunten in de berekeningen te verifiëren. Tevens zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de zichtjaren 2015 en 2100, waarbij voor het jaar 2100 rekening is gehouden met het KNMI-2006-scenario W+ (Deltascenario 'Stoom'; (Bruggeman, Dammers, 2013)). Dit is conform eerdere berekeningen in het Deltaprogramma.

1.2.2 *Zoetwater*

Bij een open Nieuwe Waterweg is veel zoet water nodig om opdringend zout zeewater tegen te houden. Bij afsluiting kan het zeewater niet meer naar binnen en kan het zoetwater dat nodig is om de Nieuwe Waterweg door te spoelen elders gebruikt worden. Hierdoor neemt de droogteschade af. In het Deltaprogramma is hier onderzoek naar gedaan, in 2015 nog aangevuld met de zogenaamde stresstest. In dit rapport zijn de meest recente onderzoeksresultaten samengevat.

1.2.3 *Analyse kosten-baten*

In deze deelstudie zijn de volgende zaken onderzocht:

- Investeringskosten voor de infrastructuur, inclusief kosten voor beheer en onderhoud en operationele kosten (Life cycle costing).
- Economische effecten op de scheepvaart.
- Kosten-baten overige functies.

1.2.4 *Analyse diversen*

Daarnaast is er voor een aantal thema's een meer kwalitatieve analyse uitgevoerd van beide varianten. Hier zijn aparte notities over geschreven.

<u>Onzekerheden</u>
Dit onderdeel wordt deels behandeld in de hydraulische analyse. In dit onderdeel zijn de onzekerheden en de robuustheid van de variant Sluizen en van de voorkeursstrategie van het DPRD geanalyseerd.

<u>Ecologie</u>
In samenwerking met het voormalig Expertisecentrum Natuurwetgeving van RWS (o.a. Natura2000) is de vraag beantwoord waar conform de wet rekening mee moet worden gehouden wat betreft de ecologische effecten van het Plan Sluizen.

<u>Ruimtelijke Ordening buitendijks</u>
In het Rijnmondgebied vinden veel buitendijkse activiteiten plaats. Een groot deel van de chemische industrie in het Europoortgebied ligt bijvoorbeeld buitendijks, en er wonen in de regio ook circa 60.000 mensen buitendijks. Daarnaast verschuiven de activiteiten in de oude stadshavens. Bekeken is of het Plan Sluizen ontwikkeling van het buitendijkse gebied aantrekkelijker maakt.

1.3 Werkwijze

1.3.1 *Opdrachtgever en betrokkenheid omgeving*

De Minister van IenM heeft de verantwoordelijkheid om de motie Geurts te beantwoorden. Zij heeft, via het Directoraat-Generaal Ruimte en Water (DGRW) Rijkswaterstaat gevraagd de beantwoording uit te werken. DGRW treedt in dit project dus op als opdrachtgever.

DGRW heeft ook het betrekken van de omgeving voor haar rekening genomen. Daartoe is onder meer een klankbordgroep in het leven geroepen met daarin onder andere vertegenwoordigers van de gemeente Rotterdam en Dordrecht, Provincie Zuid-Holland, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap van Schieland & Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap Delfland, RWS-WNZ en Havenbedrijf Rotterdam, LTO, drinkwatersector en natuur.

De (bestuurlijke) gebiedsoverleggen van het Deltaprogramma voor de regio's Rijnmond-Drechtsteden en Zuidwestelijke Delta zijn geïnformeerd over het

onderzoek. Ze zijn echter geen opdrachtgever ten aanzien van de inhoud van het onderzoek.

Het inhoudelijk deel van het onderzoek is begeleid door Rijkswaterstaat. Tevens is er intensief contact geweest met de zes ingenieurs (allen ooit betrokken bij de bouw van de Oosterscheldekering) die het Plan Sluizen hebben bedacht, de heren Ir. F. Spaargaren, prof. Ir. K. d'Angremond, Ir. A.J. Hoekstra, Ir. J.H. van Oorschot, Ing. C.J. Vroege en Prof. Drs. Ir. H. Vrijling. Zij hebben meegedacht bij de definitie van de hydraulische analyses, tussentijds rekenresultaten zijn met hen besproken en zij hebben deelgenomen aan diverse workshops en andere activiteiten die in het kader van dit project zijn uitgevoerd.

Regelmatig is er ook overleg geweest met deskundigen uit de regio van onder andere waterschappen, gemeente Rotterdam, het havenbedrijf en andere organisaties over de inhoud van het project. Daarnaast is er voor deelonderwerpen contact gewest met onderzoekers van onder andere KNMI, TU-Delft, VU-Amsterdam, PBL en Deltares.

1.3.2 *Doorlooptijd*

De beantwoording van de motie heeft een relatief korte doorlooptijd gekend omdat resultaten van de studie binnen een jaar (na het Wetgevingsoverleg van november 2014 waarin de motie werd ingediend) besproken moeten kunnen worden in de Tweede kamer.

1.3.3 *Uitvoering*

Het project is vanuit een kernteam van Rijkswaterstaat aangestuurd. Deelonderzoeken zijn uitgevoerd door onder andere HKV Lijn in Water, Ecorys, Defacto en Deltares.

1.3.4 *Kwaliteitsboring*

De kwaliteit van het onderzoek is op diverse manieren gewaarborgd:

- Selectie van gerenommeerde onderzoekers (bedrijven, instituten, universiteiten).
- Begeleiding door de groep ingenieurs.
- Feed-back van de klankbordgroep.
- Interne kwaliteitsprocedures bij de bedrijven en instituten die hebben meegewerkt aan het onderzoek en binnen Rijkswaterstaat.

1.4 Verschillen ten opzichte van eerdere studies

De informatie in dit rapport over de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma voor Rijnmond-Drechtsteden is voor een groot deel ontleend aan het Deltaprogramma. Het betreft vooral de hydraulische effecten en zoetwatervoorziening. Op een aantal punten is nieuwe informatie gebruikt. Voor de voorkeursstrategie gaat het om de volgende onderwerpen:

- De kosten voor de scheepvaart: De kosten gemoeid met wachttijden voor de scheepvaart zijn opnieuw uitgerekend en verschillen sterk van de kosten berekend in het Deltaprogramma. Belangrijke redenen voor de verandering in berekende kosten zijn: nieuwe scheepvaarttellingen van het Havenbedrijf van Rotterdam, nieuwe scenario's over de verwachte ontwikkeling van scheepvaart in 2100 (in aanvulling op de Deltascenario's) en nieuwe eenheidsprijzen voor wachttijden. Daarnaast is een significante fout in eerdere berekeningen geconstateerd. Deze is gecorrigeerd.
- De kosten gemoeid met dijkversterking: deze kosten zijn (vooral ter controle) opnieuw bepaald en verschillen hoegenaamd niet van kosten die in het

Deltaprogramma zijn bepaald. Wel zijn ze anders in de tijd gezet op basis van de meest recente planning van het nieuwe Hoogwaterbeschermingsprogramma en de betrokken waterschappen.

- Een kwalitatieve beschrijving van de hydraulische robuustheid van de voorkeursstrategie: een dergelijke beschrijving is niet eerder op deze wijze gemaakt. De beschrijving dient een vergelijking met Plan Sluizen op dit aspect te kunnen maken en leidt tot de formulering van een aantal vragen voor vervolgonderzoek.
- Buitendijkse schade als gevolg van inundaties: de schade als gevolg van inundaties in buitendijks gebied is in beeld gebracht ten einde op dit aspect een vergelijking te kunnen maken met Plan Sluizen.
- Een kwalitatieve beschrijving van de ruimtelijke gebruikswaarde van buitendijkse gebieden: een dergelijke beschrijving is nog niet eerder gemaakt en dient een vergelijking met Plan Sluizen op dit aspect mogelijk te maken.

De informatie in dit rapport ten aanzien van het Plan Sluizen is nieuw bepaald op basis van het Plan Sluizen zoals dat in overleg met de groep ingenieurs onder leiding van ir F. Spaargaren is geoptimaliseerd. Dit betreft onder andere informatie over:

- Hydraulische effecten: het hydraulisch effect in termen van dalingen in maatgevende hoogwaterstanden is groter dan zoals dit in het Deltaprogramma is bepaald. Vooral waterberging op de Oosterschelde met een verkleind lekdebiet in de Oosterscheldekering blijkt een positief effect te hebben, evenals het toevoegen van gemalen aan het plan.
- Kosten: de kosten van de afsluiting van de RijnMaasmonding, van benodigde dijkversterkingen en van de scheepvaart zijn opnieuw berekend. Vooral de raming van de afsluiting van de RijnMaasmonding en de kosten van de scheepvaart vallen anders uit dan in het Deltaprogramma. Voor wat betreft de afsluiting van de RijnMaasmonding is dit een gevolg van de optimalisatie van het plan. Redenen voor de verandering in kosten voor de scheepvaart zijn dezelfde als bij de voorkeursstrategie (zie eerder in deze paragraaf).
- Verder is net als bij de voorkeursstrategie de informatie over de hydraulische robuustheid, buitendijkse schade en ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden nieuw (zie eerder in deze paragraaf).

2 Beschrijving Plan Sluizen en voorkeursstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden

2.1 Inleiding

In het Deltaprogramma is ruim 4 jaar gewerkt aan het ontwikkelen van een voorkeursstrategie om de Rijn-Maasmonding ook voor de lange termijn goed te beschermen tegen overstromingen.
Een analyse van de opgaven in de Rijn-Maasmonding is gerapporteerd in DP2012. Op hoofdlijnen komt de opgave neer op:

- een verandering in Maatgevende Hoogwaterstanden als gevolg van klimaatverandering;
- vooral in dijkring 15 en 16 zetting van de bodem, hetgeen doorwerkt in een hoogteopgave voor de waterkeringen;
- nieuwe inzichten uit VNK, stabiliteit en piping blijken belangrijker dan in het verleden gedacht;
- invoering van nieuwe normen voor waterveiligheid waarbij wordt overgestapt van overschrijdingskansen (van ontwerpbelastingen) op overstromingskansen, waarbij de belasting van waterkeringen en de sterkte van de waterkering in samenhang worden beschouwd;
- sociaal economische ontwikkelingen die bijvoorbeeld economische groei en ruimtelijke ontwikkelingen omvatten waardoor de waarde in de dijkringen in de loop van de tijd toeneemt;
- zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering, waardoor de verzilting toeneemt.

Zowel de voorkeursstrategie van Deltaprogramma Rijnmond – Drechtsteden als Plan Sluizen beogen de hiervoor beschreven opgave het hoofd te bieden. Tabel 2.1 geeft de belangrijkste kenmerken van beide varianten, paragraaf 2.2 en 2.3 geven een beschrijving van beide varianten.

Voorkeursstrategie – DPRD	**Plan Sluizen**
2070: Vervangen Maeslantkering Sluiten cf vigerend protocol Faalkans sluiten 1/1000 per sluitvraag	2070: Sloop Maeslantkering
2050: Vervangen kering Hollandse IJssel Faalkans sluiten 1/1000 per sluitvraag	Plan Sluizen voorziet eigenlijk in verwijderen kering Hollandse IJssel, echter uit analyses (zie hoofdstuk 3) blijkt het beter de kering te handhaven. 2050: Vervangen kering Hollandse IJssel Faalkans sluiten 1/1000 per sluitvraag
Uitvoeren RvdR pakket op riviergedomineerde delen Merwedes	Uitvoeren RvdR pakket op riviergedomineerde delen Merwedes
Talud en bodembescherming Spui, Dordtse Kil en Oude Maas	Talud en bodembescherming Spui, Dordtse Kil en Oude Maas (minder dan bij VKS)
Waterkwaliteit: aanpassen Brouwersdam en doorlaatmiddel Philipsdam	Waterkwaliteit: aanpassen doorlaatmiddel Philipsdam
Maatregelen Zoetwatervoorziening: KWA+ fase 1, Bernisse en regionaal	Maatregelen Zoetwatervoorziening: KWA+ fase 1, Bernisse en regionaal

Voorkeursstrategie – DPRD	Plan Sluizen
systeem KWA+ fase 2 en (optioneel) POA Maatregelen zoutindringing en ecologie	systeem Maatregelen zoutindringing en ecologie
2030: Vierde schutkolk Volkerakdam	2040: Doorlaatmiddel Volkerak (open verbinding Hollandsch Diep – Volkerak) en doorvoermiddel Krammersluizen
Huidig sluitregime Oosterscheldekering	2040: Verkleinen lek Oosterscheldekering + aanpassen sluitregime (sluiten op laagwater, 1 getijslag eerder)
	2040: Dam + spuisluizen + schutsluizen + gemaal Nieuwe Maas
	2040: Dam + schutsluizen + gemaal Oude Maas
	2040: Afsluiten ingang Hartelkanaal (Beerdam) i.c.m. uitbreiden capaciteit Sluis Rozenburg
Dijkversterking	Dijkversterking

Tabel 2.1: Belangrijkste kenmerken Voorkeursstrategie Deltaprogramma en Plan sluizen

Voor de bediening van de infrastructuur wordt in beide varianten uitgegaan van dezelfde uitgangspunten (bijvoorbeeld sluitpeil keringen of opening in Haringvlietsluizen). Eventuele aanpassingen hierin zijn uiteraard mogelijk, maar dat valt buiten de scope van dit onderzoek.

2.2 Voorkeursstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden

In het Deltaprogramma zijn mogelijke maatregelen om de in de inleiding beschreven opgave het hoofd te bieden geïdentificeerd en beoordeeld op hun voor- en nadelen (DP2013). Dit heeft geleid tot kansrijke strategieën (DP2014), en uiteindelijk tot een voorkeursstrategie (DP2015). Deze is in september 2014 aangeboden door de Deltacommissaris aan de Minister van IenM. De Minister van IenM heeft deze voorkeursstrategie overgenomen en vastgelegd in het kabinetsvoorstel voor een herziening van het Nationaal Waterplan. Deze is op 3 december 2014 aangeboden aan de 2e Kamer.
De voorkeursstrategie voor de Rijn-Maasmonding is eveneens goedgekeurd door de Stuurgroep Rijnmond-Drechtsteden. Die bestaat uit vertegenwoordigers van regionale overheden en van het rijk.

Op hoofdlijnen houdt de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma het volgende in:

1. Preventie door dijken op basis van overstromingskansnormen, stormvloedkeringen en rivierverruiming blijft de basis voor het veilig houden van dit gebied. Concreet betekent dit:
   - Aan de zeezijde blijven de Europoortkering (Maeslantkering en Hartelkering) en de Haringvlietdam bescherming bieden;
   - Een vervanging van de Maeslantkering in 2070 met een kleinere faalkans;
   - Sterke urbane dijken in de stadsregio Rotterdam, het eiland IJsselmonde en langs de Drechtsteden richting Gorinchem;
   - Sterke zeedijken en compartimenteren op Voorne-Putten, Hoekse Waard en Eiland van Dordrecht;
   - Toekomstbestendige rivierdijken langs de Lek en de Hollandsche IJssel.
   - Vervanging van de kering in de Hollandsche IJssel in 2050 met een kleinere faalkans;

   o In de riviergedomineerde delen van de Merwedes zijn rivierverruimende maatregelen te overwegen.
2. Op langere termijn kunnen ruimtelijke maatregelen en rampenbestrijding in aanvulling op preventie de veiligheid vergroten.



Figuur 2.1 Overzicht van de inrichtingsvariant Huidig beheer/Voorkeursstrategie.

De voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden is gerapporteerd in het syntheserapport Rijnmond-Drechtsteden en de notitie Voorkeursstrategie DPRD op basis van de KBA Waterveiligheid (Deltaprogramma, 2014b; Deltares, 2014b; HKV, 2014a).
Naast de voorkeursstrategie Rijnmond-Drechtsteden zijn voor de gehele opgave in het Benedenrivierengebied ook de voorkeursstrategie Zoetwater en de voorkeursstrategie voor de Zuidwestelijke delta relevant. Daarnaast lopen er diverse andere projecten, bijvoorbeeld in het kader van de Rijksstructuurvisie Grevelingen-Volkerak.

2.3 Plan Sluizen

Een zestal ingenieurs onder leiding van ir. Spaargaren is het niet eens met de voorkeursstrategie uit het Deltaprogramma. Dit team, allen betrokken bij de bouw van de Oosterscheldekering en de Maeslantkering, vindt dat de optie om de Nieuwe Waterweg af te sluiten, onvoldoende onderzocht is. Zij hebben een alternatief ontwikkeld, het Plan Sluizen. Dit plan heeft zich in de loop van de tijd ontwikkeld. Het bevat de volgende elementen:

- Het eerste plan (uit februari 2014) omvatte het afsluiten van de Nieuwe Maas door middel van een dam, voorzien van schutsluizen; en afsluiting van de Oude Maas door middel van een dam voorzien van schutsluizen; tevens ging het plan uit van berging in de Grevelingen en/of in de Oosterschelde.
- In het voorjaar van 2014 is daar een spuisluis van 2000 m^3/s in de dam van de Nieuwe Maas aan toegevoegd.
- Om de berging in de Oosterschelde goed te laten werken, is in het najaar van 2014 het dichten van het lek in de kering toegevoegd, evenals het optimaliseren van het sluitregime.
- In de laatste stap zijn gemalen toegevoegd bij de dammen in de Oude Maas en Nieuwe Maas, in totaal 3000 m^3/s.

Het plan beoogt om een waterstandsdaling te creëren die de waterstandsstijging door klimaatverandering compenseert.

In het plan is de Maeslantkering overbodig. Ook is in eerste aanleg de kering in de Hollandse IJssel weggelaten. Met die versie zijn de analyses in hoofdstuk 3 gemaakt. Omdat die analyses laten zien dat de MHW's op de Hollandse IJssel zonder kering (flink) toenemen, is voor de raming van de kosten (hoofdstuk 4 en 7) de kering in de Hollandse IJssel daarom toch weer opgenomen. Tevens wordt er vanuit gegaan dat er een open verbinding wordt gerealiseerd tussen Volkerak en Hollandsch Diep. Het Beerkanaal wordt bij de monding van het Hartelkanaal afgedamd. Om hinder voor de scheepvaart te compenseren wordt een extra kolk aangelegd bij de Rozenburgsesluis.

Eventueel resterende opgaven als gevolg van de nieuwe normering, klimaatverandering en/of bodemdaling worden met dijkversterking afgedekt.

Ook in Plan Sluizen zijn maatregelen opgenomen uit de voorkeursstrategie Zoetwater, echter minder dan in combinatie met de voorkeursstrategie Rijnmond-Drechtsteden. Daarnaast zijn diverse maatregelen nodig in verband met waterkwaliteit en ecologie, maar die zijn in het plan niet verder uitgewerkt.



Figuur 2.2 Overzicht van de belangrijkste infrastructurele maatregelen in het Plan Sluizen zoals in voorliggend rapport beschreven.

In het deltaprogramma is in het voorjaar van 2014 een voorloper van het Plan Sluizen vergeleken met de voorkeursstrategie van het Deltaplan. In het rapport hierover van Deltares wordt geconcludeerd dat dit plan minder goed scoort dan de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma (Deltaprogramma, 2014b; Deltaprogramma, 2014c).

De ingenieurs bestrijden deze conclusie om verschillende redenen: de wijze waarop berging op de Oosterschelde in rekening is gebracht, de gehanteerde kosten voor onder andere de waterbouwkundige werken en de scheepvaart, de ecologische aspecten, de ruimtelijke ontwikkelingen buitendijks en de gehanteerde

klimaatscenario’s zijn in hun ogen verkeerd ingeschat (zie ook bijlage 1, brief van de 6 ingenieurs aan de Minister van IenM).

3 Hydraulische effecten

3.1 Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft HKVLijninwater de hydraulische effecten berekend van de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma en het Plan Sluizen. De gebruikte methode en uitgebreide beschrijving van de resultaten zijn apart gerapporteerd (HKV, 2015a-d). In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste resultaten, inclusief conclusies en onzekerheden.

De effecten van zowel de Voorkeursstrategie van het Deltaprogramma als van Plan Sluizen worden vooral beschreven in termen van veranderingen in maatgevende hoogwaterstanden, gebaseerd op de vigerende normen van de dijkringen in de Rijn-Maasmonding. Hiervoor zijn vooral twee redenen. De eerste reden is dat de maatgevende hoogwaterstand een eenvoudig in figuren te verbeelden en eenvoudig te interpreteren grootheid is. De tweede reden is dat Plan Sluizen bij uitstek waterstandverlaging beoogt als compensatie voor klimaatverandering. Het effect van Plan Sluizen is goed in veranderingen van maatgevende hoogwaterstanden uit te drukken.
Voor de kosten van dijkversterking zijn hydraulische belastingniveaus belangrijker dan maatgevende hoogwaterstanden. In het hydraulisch belasting niveau is zowel de waterstand, als de golfbelasting als het dijkprofiel verdisconteerd. Echter, omdat in het hydraulisch belasting niveau verschillende zaken samen worden genomen is dit niet zo geschikt om eenvoudig het effect van een ingreep te laten zien, zeker niet wanneer ook nog de nieuwe normsystematiek in beschouwing wordt genomen. Kortom, in hoofdstuk 3 worden effecten van ingrepen uitgelegd aan de hand van veranderingen in maatgevende hoogwaterstanden. Hydraulische belastingniveaus worden in hoofdstuk 3 eveneens getoond. In hoofdstuk 4 worden de kosten van dijkversterkingen bepaald op basis van deze hydraulische belastingniveaus, met inbegrip van de nieuwe normen.

In voorliggende studie worden geen statistische of modelonzekerheden in beschouwing genomen. Het meenemen van onzekerheden op het belastingniveau kunnen verzwarend of verlichtend werken op een benodigde kruinhoogte. Zowel voor de kust als in het rivierengebied zijn de onzekerheden niet dusdanig groot (hooguit enkele decimeters) en verschillend van elkaar, dat zij in een beleidsstudie als deze een doorslaggevend verschil zullen veroorzaken.

In dit hoofdstuk wordt allereerst de voorkeursstrategie beschreven zoals die is voorgesteld door het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. Vervolgens wordt ingegaan op de hydraulische effecten van het Plan Sluizen. Tot slot worden conclusies getrokken, inclusief ook een onzekerheidsanalyse.

3.2 Voorkeursstrategie

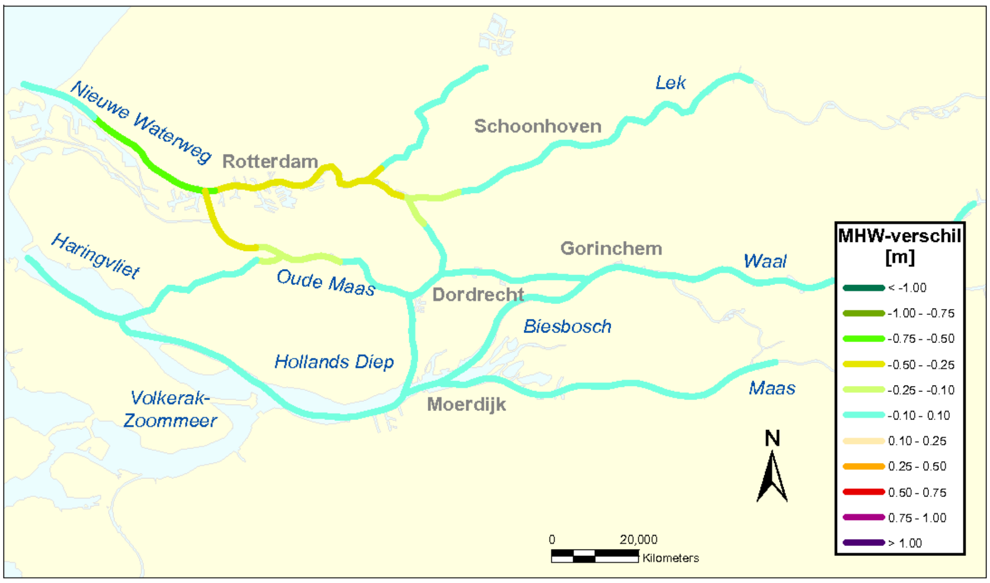
Voor de hydraulica wordt met betrekking tot de voorkeursstrategie teruggegrepen op rekenwerk verricht in het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
Uitgangspunten voor de hydraulica zijn:
- De Maeslantkering heeft na vervanging in 2070 een betrouwbaarheid sluiten van 1/1.000 per sluitvraag, en sluit conform het vigerend sluitprotocol;
- de inrichting van het Benedenrivierengebied komt overeen met de huidige inrichting;

- er wordt uitgegaan van het KNMI-2006-scenario W+ (Deltascenario Stoom).

Als gevolg van klimaatverandering nemen de maatgevende hoogwaterstanden (MHW's), bij ongewijzigd beheer, in 2100 in het Benedenrivierengebied toe. De voorkeursstrategie zorgt ervoor dat de MHW's in 2100 in de omgeving van Rotterdam minder toenemen dan bij het doorzetten van het huidige beheer. Dit wordt direct veroorzaakt door de kleinere faalkans van de Maeslantkering.
Op de overige locaties zijn er (vrijwel) geen verschillen te zien tussen huidig beleid en voorkeursstrategie. Tabel 3.1 en figuur 3.1 laten dit zien.

Locatie	**MHW in 2015** [NAP + m]	**Verandering MHW in 2100 Voortzetten huidig beheer** [m tov 2015]	**Verandering MHW in 2100 Voorkeursstrategie** [m tov 2015]
Hoek van Holland	5,2	0,8	0,8
Maassluis	3,4	0,7	0,2
Rotterdam	3,6	0,7	0,2
Dordrecht	2,9	0,6	0,6
Schoonhoven	4,2	0,2	0,2
Hellevoetsluis	2,5	0,8	0,7
Moerdijk	2,6	0,7	0,7
Werkendam	3,8	0,5	0,5
Tiel	11,6	0,7	0,7

Tabel 3.1 Veranderingen in MHW bij doorzetten van het huidig beheer van de Maeslantkering en bij de voorkeursstrategie



Figuur 3.1 MHW – effect ten opzichte van het huidig beheer bij uitvoering van de voorkeursstrategie; zichtjaar 2100; Klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).

Voor het uiteindelijke dijkontwerp en daarmee voor de kosten van dijkversterkingen is het Hydraulisch belastingniveau (HBN) belangrijker dan de MHW. Een HBN is een combinatie van waterstand en golfoploop, waarbij rekening wordt gehouden met het dijkprofiel en de oriëntatie van de dijk op de wind. Tabel 3.2 geeft een overzicht van

de verandering van HBN's. De waarden in tabel 3.2 en 3.1 gelden voor de in 2015 vigerende overschrijdingskansnormen van de dijkringen.

Locatie	**Normtraject**		**HBN-verschil (overschrijdingskansen) t.o.v. de Referentie 2015**			
			Huidig Beheer		**VKS Maeslantkering**	
	naam	**lengte [km]**	**lengte toename [km]**	**gemiddelde toename [m]**	**lengte toename [km]**	**gemiddelde toename [m]**
Zuid Holland-Nieuwe Waterweg	*14_1*	*28*	28	0,4	28	0,2
	14_2	*13*	13	0,4	13	0,1
	14_3	*5*	5	0,7	5	0,7
Lopikerwaard	*15_1*	*23*	23	0,1	23	0,1
Krimpenerwaard	*15_2*	*25*	25	0,4	25	0,3
Alblasserwaard Vijfheerenlanden	*16_1*	*26*	26	0,5	26	0,5
	16_2	*28*	28	0,4	28	0,3
	16_3	*28*	28	0,3	28	0,2
	16_4	*24*	24	0,1	24	0,1
IJsselmonde	*17_1*	*30*	30	0,7	30	0,6
	17_2	*17*	17	0,5	17	0,3
	17_3	*41*	41	0,6	41	0,3
Pernis	*18_1*	*5*	5	0,6	5	0,2
Rozenburg	*19_1*	*8*	8	0,7	8	0,4
Voorne Putten	*20_2*	*14*	14	0,7	14	0,7
	20_3	*21*	21	0,5	21	0,4
	20_4	*21*	21	0,6	21	0,5
Hoeksche Waard	*21_1*	*34*	34	0,5	34	0,4
	21_2	*49*	49	0,6	49	0,6
Dordrecht	*22_1*	*24*	24	0,6	24	0,5
	22_2	*20*	20	0,7	20	0,7
Land van Heusden en Altena	*24_1*	*19*	19	0,5	19	0,5
	24_2	*15*	15	0,7	15	0,6
	24_3	*15*	15	0,6	15	0,6
Goeree-Overflakkee	*25_2*	*27*	27	0,5	27	0,4
West-Brabant	*34_1*	*17*	17	0,6	17	0,6
	34_2	*27*	27	0,6	27	0,5
	34a_1	*3*	3	0,8	3	0,7
Totaal		*605*	605	0,5	605	0,4

Tabel 3.2 *Vergelijking van totale lengte van dijkvakken met een toename in HBN en het gemiddelde van deze toename ten opzichte van de referentie 2015 bij voortzetting van huidig beheer en bij uitvoering van de voorkeursstrategie in zichtjaar 2100 van klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).*

Een overzicht van de ligging van de normtrajecten (tweede kolom van tabel 3.2) is weergegeven in bijlage 4, figuur B4.1.

3.3 Hydraulische effecten Plan Sluizen

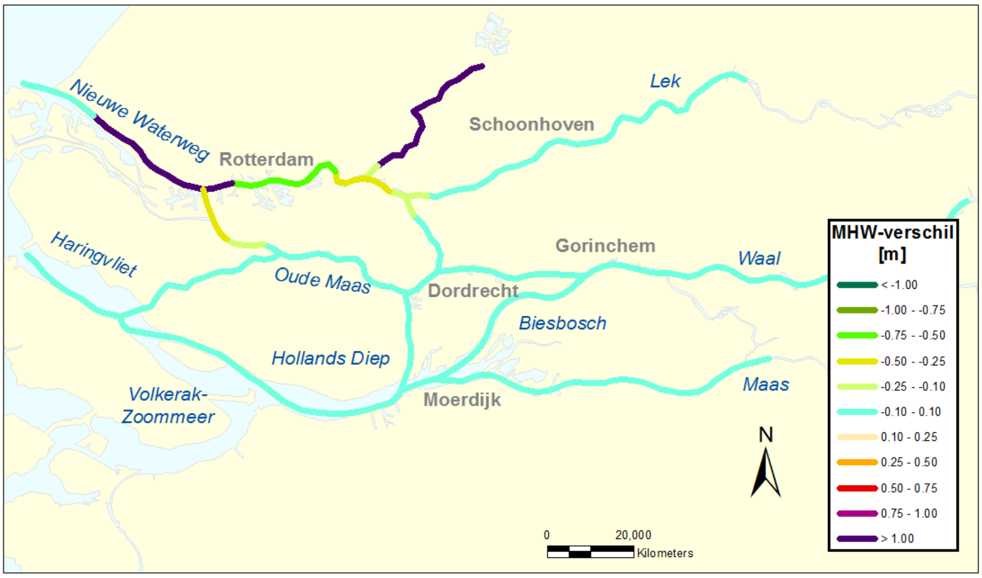
Voor dit onderzoek is een grote hoeveelheid hydraulische berekeningen uitgevoerd. (HKV, 2015a). In deze paragraaf worden de hoofdlijnen met betrekking tot het Plan Sluizen samengevat. De hydraulische effecten van het Plan Sluizen worden daarbij stapsgewijs gepresenteerd:

1. effect van afsluiten van Nieuwe en Oude Maas, ten opzichte van maatgevende waterstanden in 2100 als gevolg van huidig beheer (dus met Maeslantkering);
2. effect van toevoegen van berging op de Oosterschelde, ten opzichte van afsluiten Nieuwe en Oude Maas;
3. effect van toevoegen van gemalen in de Nieuwe en Oude Maas in combinatie met berging op de Oosterschelde, ten opzichte van afsluiten Nieuwe en Oude Maas;
4. effect van het gehele Plan Sluizen (in 2100) ten opzichte van de huidige situatie (2015). Dit toont de resulterende opgave in maatgevende waterstanden en hydraulische belastingniveaus in het Benedenrivierengebied.

Ook zijn enkele varianten op het plan doorgerekend, die zullen aan het eind van deze paragraaf kort worden toegelicht. Voor diverse andere hydraulische analyses wordt verwezen naar HKV, 2015a.

3.3.1 Afsluiten van de Nieuwe en Oude Maas

De eerste rekenstap betreft het afsluiten van de Nieuwe en Oude Maas. De afsluiting in de Nieuwe Maas is voorzien van zowel spui- als schutsluizen, de afsluiting in de Oude Maas is voorzien van schutsluizen. Deze sluizen faciliteren de scheepvaart en afvoer van rivierwater in omstandigheden waarbij de zeestand lager is dan de waterstand op de Oude- en Nieuwe Maas. Ook wordt het Volkerak – Zoommeer als bergingsgebied ingezet. De kering in de Hollandsche IJssel wordt niet aanwezig verondersteld.



Figuur3.2 Het effect van het afsluiten van Nieuwe en Oude Maas op de maatgevende hoogwaterstanden; zichtjaar 2100; KNMI-2006-klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).

De effecten van de ingreep op de MHW's bij de vigerende overschrijdingskansnormen worden getoond ten opzichte van het voortzetten van het huidige beheer, dus ten opzichte van een situatie met Maeslantkering, met een faalkans van 1/100 per jaar.

Deze ingreep verlaagt, ten opzichte van het huidige beheer, de maatgevende hoogwaterstanden (MHW's) in een beperkt gebied rond Rotterdam. Dit is het gebied waar in de huidige situatie de faalkans van de Maeslantkering de MHW's domineert. Direct achter de afsluiting in de Nieuwe Maas is het effect wel vrij groot, meer dan een halve meter.

Op twee locaties verhogen de MHW's, namelijk op de Nieuwe Waterweg ten westen van de afsluiting in de Nieuwe Maas en op de Hollandse IJssel. Dat de MHW's op deze locatie hoger worden is logisch. De verhoging ten westen van de afsluiting in de Nieuwe Maas wordt veroorzaakt doordat de Maeslantkering verwijderd is. Het water stuwt daardoor op bij de sluizen. De verhoging op de Hollandse IJssel is het gevolg van het verwijderen van de kering in de Hollandse IJssel.

3.3.2 *Berging op de Oosterschelde*

De effecten van de inzet van de Oosterschelde als waterberging wordt in twee stappen gepresenteerd.
Stap 1: Aanpassen van het sluitregime.
Stap 2: Aanpassen van het lekdebiet.

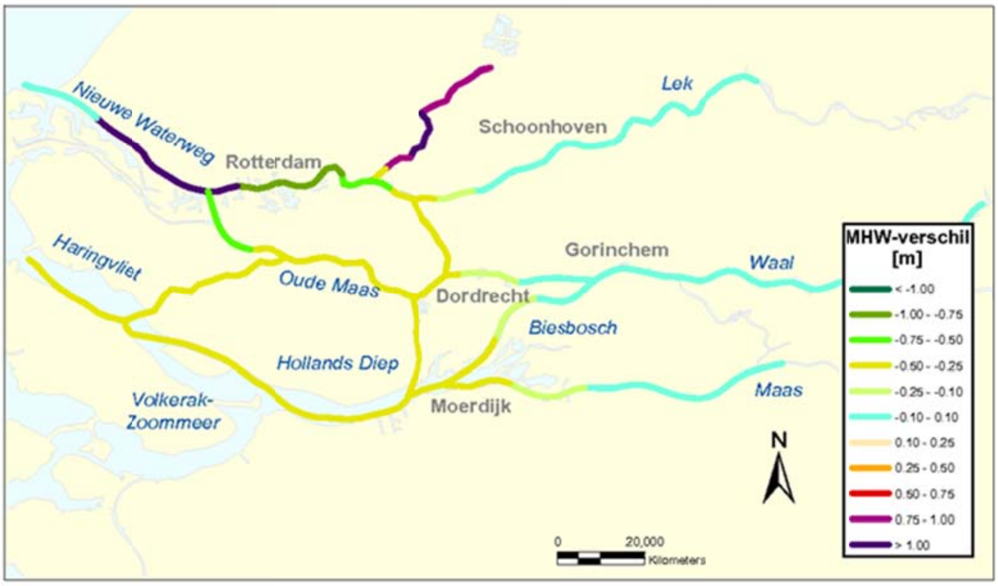
De eerste stap betreft het optimaliseren van het sluitregime van de Oosterscheldekering. Dit wil zeggen dat de Oosterscheldekering sluit op laagwater in plaats van op NAP +1,00 m.



Figuur 3.3 *MHW -verschil tussen het huidig beheer en variant 'Afsluiten van Nieuwe en Oude Maas met inzet van Volkerak-Zoommeer + 'aangepast sluitregime Oosterscheldekering'; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).*

Vergelijking van figuren 3.2 en 3.3 laat zien dat in vrijwel het gehele benedenrivierengebied de MHW's met 1 à 2 decimeter dalen ten opzichte van alleen het afsluiten van de Nieuwe en Oude Maas.

De Oosterscheldekering heeft een vrij groot lekdebiet. Dit wordt veroorzaakt door kieren in de afsluiting. Op dit moment is de omvang van deze kieren ongeveer 1250 m^2. Wanneer de kieren worden verkleind tot ongeveer 300 m^2 dan verkleint het lekdebiet van de Oosterscheldekering. De effectiviteit van de waterberging op de Oosterschelde voor het zuidelijk deel van het Benedenrivierengebied wordt hierdoor aanzienlijk vergroot. Vergelijking van figuren 3.2 en 3.4 laat zien dat de MHW's met 3 à 4 decimeter dalen, ten opzichte van alleen afsluiten van Nieuwe en Oude Maas. Rond Rotterdam is het effect van het verkleinen van het lekdebiet overigens nihil.



Figuur 3.4 *MHW-effect ten opzichte van het huidig Beheer bij uitvoering van variant 'Afsluiten van Nieuwe en Oude Maas met inzet van Volkerak-Zoommeer + Oosterschelde, met aangepast sluitregime en verkleind lekdebiet'; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).*

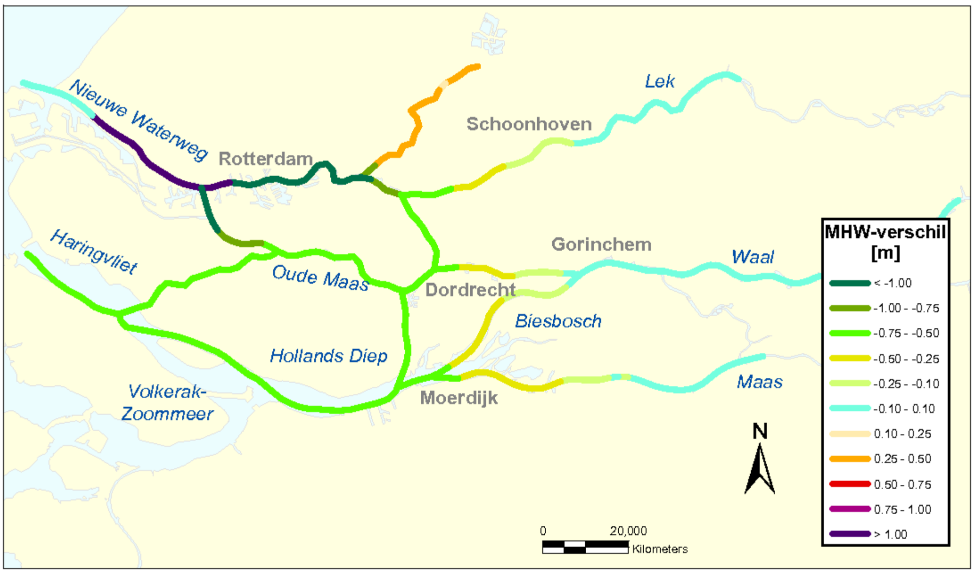
In de berekening is er vanuit gegaan dat het sluiten van de schuiven van de Oosterscheldekering niet faalt. Mocht het sluiten van 1 of meer schuiven falen, dan neemt de lekopening aanzienlijk toe, hetgeen het in figuur 3.4 getoonde winst flink reduceert of zelfs geheel teniet doet. Zie ook paragraaf 6.6.

3.3.3 Gemalen in Nieuwe en Oude Maas

Als laatste stap worden aan het Plan Sluizen gemalen in de Nieuwe Maas en Oude Maas toegevoegd, hiermee is het Plan Sluizen compleet. In totaal gaat het om 3000 m^3/s aan gemaalcapaciteit. Hiervan wordt 2000 m^3/s in de Nieuwe Maas geplaatst en 1000 m^3/s in de Oude Maas. Door het aanbrengen van de gemalen kan nu ook rivierwater worden afgevoerd indien de waterstand op zee hoger is dan op de Nieuwe Maas.

Het toevoegen van de gemalen werkt in een groot deel van het Benedenrivierengebied door. Ten opzichte van alleen afsluiten van Nieuwe en Oude Maas is het gecombineerde effect van berging op de Oosterschelde (met aangepast sluitregime en verkleind lekdebiet) en inzetten van gemalen meer dan een halve meter en in een deel van het gebied zelfs meer dan driekwart meter. Ook de Lek

tussen Krimpen a/d Lek en Schoonhoven profiteert van de inzet van gemalen. Vergelijking van figuren 3.2 en 3.5 illustreert dit.



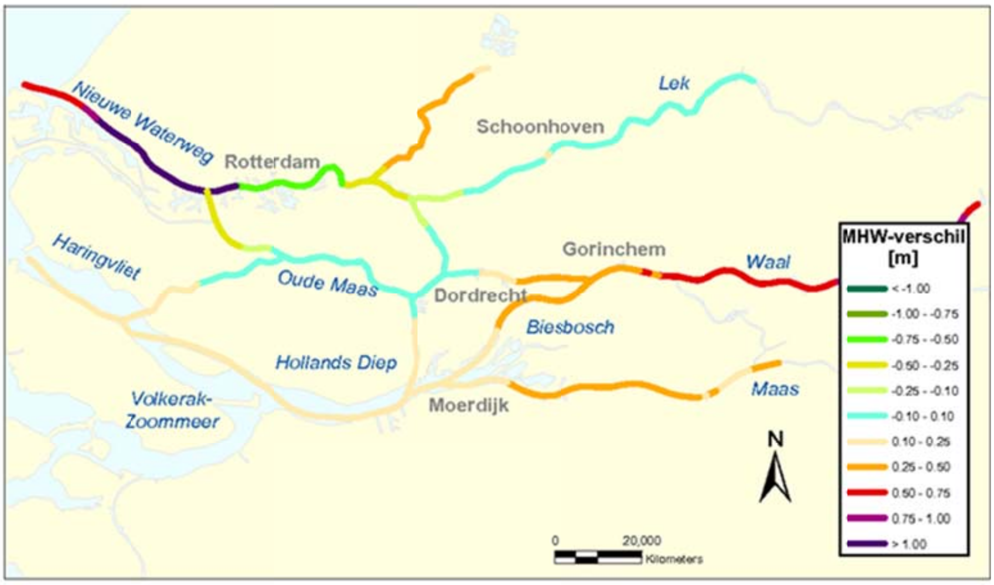
Figuur 3.5 *MHW- effect ten opzichte van het huidig Beheer bij uitvoering van variant 'Afsluiten van Nieuwe en Oude Maas met inzet van Volkerak-Zoommeer + Oosterschelde en installatie van gemalen'; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).*

3.3.4 Effect van het gehele Plan Sluizen ten opzichte van de huidige situatie

Figuur 3.6 en tabel 3.3 vergelijken de MHW's in 2100 bij het Plan Sluizen met de MHW's in de huidige situatie.

Voordat de uitkomst van de berekening wordt toegelicht het volgende. De huidige situatie omvat de huidige inrichting van het Benedenrivierengebied, met een Maeslantkering met faalkans van 1/100 per sluitvraag. Ook omvat de huidige situatie het huidige klimaat met de huidige statistiek van rivierafvoeren en zeestanden.
De situatie in 2100 omvat het KNMI-2006-W+ scenario en het Plan Sluizen. Tussen 2100 en de huidige situatie zullen onder invloed van klimaatverandering de maatgevende waterstanden in het Benedenrivierengebied stijgen. Plan Sluizen zorgt ervoor dat de waterstanden weer dalen naar het huidige niveau, direct achter de sluizen zelfs lager. De combinatie van klimaatverandering èn Plan Sluizen is de netto verandering van maatgevende waterstanden tussen de huidige situatie en 2100.

Figuur 3.6 laat zien dat bij toepassing van het Plan Sluizen in de omgeving van Rotterdam, Spijkenisse en Dordrecht de MHW's in 2100 lager zijn dan in de huidige situatie. De waterstandopgave voor 2100 als gevolg van klimaatverandering wordt in dit gebied door het Plan Sluizen dus geheel (en meer dan dat) opgelost. Ook op de Lek lost Plan Sluizen tot iets voorbij Schoonhoven de waterstandopgave als gevolg van klimaatverandering op. De MHW's veranderen daardoor niet ten opzichte van de huidige situatie. Dat was ook het hoofddoel van het Plan Sluizen.



Figuur 3.6 Het effect van Plan Sluizen ten opzichte van de situatie 2015; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a)

Aan de zuidkant van het gebied (Moerdijk, Hollands Diep) nemen de MHW's in 2100 bij Plan Sluizen iets toe ten opzichte van de huidige situatie. Plan Sluizen lost hier dus een flink deel van de doorwerking van klimaatverandering in MHW's op.

Ten westen van de afsluiting in de Nieuwe Maas nemen de MHW's ten opzichte van de huidige situatie uiteraard toe. Dit heeft twee oorzaken: zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering en de Maeslantkering maakt geen onderdeel uit van het Plan Sluizen. Hierdoor stuwt het water op bij de sluizen door wind van zee. Het MHW bij Vlaardingen en Maassluis stijgt daardoor ten opzichte van de huidige situatie met meer dan drie meter. Dit leidt niet alleen financieel maar ook ruimtelijk tot een grote opgave. Het betreft hier immers voor een deel stedelijk gebied. Ook op de Hollandse IJssel is er sprake van een stijging van de MHW's. Dat komt omdat de kering in de Hollandse IJssel in Plan Sluizen is verwijderd.

De Waal bovenstrooms van Gorinchem wordt hoegenaamd niet beïnvloed door het Plan Sluizen. De MHW-stijging ten opzichte van de huidige situatie volgt uit een toename van de Waalafvoer als gevolg van klimaatverandering. Op de Bergsche Maas heeft Plan Sluizen een beperkt effect, de klimaatopgave wordt hier voor een klein deel door Plan Sluizen gecompenseerd.

Tot slot toont Tabel 3.3 nog eens de veranderingen in MHW's ten opzichte van de huidige situatie voor:
- doorzetten van het huidig beheer;
- de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma;
- het Plan Sluizen.

Positieve getallen betekenen een toename in 2100 van de MHW ten opzichte van 2015, negatieve getallen een afname ten opzichte van 2015.

Locatie	**MHW in 2015** [NAP + m]	**Verandering MHW in 2100 Voortzetten huidig beheer** [m tov 2015]	**Verandering MHW in 2100 Voorkeur-strategie** [m tov 2015]	**Verandering MHW in 2100 Plan Sluizen** [m tov 2015]
Hoek van Holl.	5,2	0,8	0,8	0,7
Maassluis	3,4	0,7	0,2	3,1
Rotterdam	3,6	0,7	0,2	-0,7
Dordrecht	2,9	0,6	0,6	0,0
Schoonhoven	4,2	0,2	0,2	0,1
Hellevoetsluis	2,5	0,8	0,7	0,2
Moerdijk	2,6	0,7	0,7	0,1
Werkendam	3,8	0,5	0,5	0,4
Tiel	11,6	0,7	0,7	0,7

Tabel 3.3 Verandering MHW's t.o.v. 2015 bij verschillende vormen van beheer in het Benedenrivierengebied; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+.

Nogmaals wordt opgemerkt dat bovenstaande uitkomsten laten zien dat de MHW's op de Hollandse IJssel (aanzienlijk) toenemen wanneer de kering in de Hollandse IJssel wordt verwijderd. Het verdient daarom aanbeveling de Hollandse IJsselkering toch onderdeel te laten zijn van Plan Sluizen.

Voor een goede inschatting van de kosten van dijkversterking is het overigens relevanter hoe de hydraulische belastingniveaus (HBN's) veranderen dan de maatgevende hoogwaterstanden. Een HBN is een combinatie van waterstand en golfoploop, waarbij rekening wordt gehouden met het dijkprofiel en de oriëntatie van de dijk op de wind. Tabel 3.4 geeft een overzicht van de verandering van HBN's ten opzichte van de situatie in 2015. De waarden in tabel 3.4 gelden voor de in 2015 vigerende normen van de dijkringen.

Locatie	Normtraject		HBN-verschil (overschrijdingskansen) t.o.v. de Referentie 2015			
			Plan Sluizen met inzet van Volkerak-Zoommeer + Oosterschelde		Plan Sluizen met inzet van Volkerak-Zoommeer + Oosterschelde en installatie van gemalen	
	naam	lengte [km]	lengte toename [km]	gemiddelde toename [m]	lengte toename [km]	gemiddelde toename [m]
Zuid Holland-Nieuwe Waterweg	14_1	28	11	2,0	8	2,9
	14_2	13	13	3,2	13	3,2
	14_3	5	5	1,2	5	1,2
Lopikerwaard	15_1	23	23	0,1	23	0,1
Krimpenerwaard	15_2	25	20	0,2	12	0,1
Alblasserwaard Vijfheerenlanden	16_1	26	22	0,4	22	0,3
	16_2	28	9	0,1	-	-
	16_3	28	28	0,2	21	0,1
	16_4	24	24	0,2	24	0,1
IJsselmonde	17_1	30	30	0,3	-	-
	17_2	17	9	0,2	-	-
	17_3	41	16	0,3	-	-
Pernis	18_1	5	-	-	-	-
Rozenburg	19_1	8	8	1,7	8	1,7
Voorne Putten	20_2	14	-	-	-	-
	20_3	21	7	0,2	-	-
	20_4	21	21	0,1	5	0,0
Hoeksche Waard	21_1	34	31	0,1	14	0,1
	21_2	49	40	0,2	35	0,2
Dordrecht	22_1	24	17	0,3	17	0,2
	22_2	20	20	0,4	20	0,3
Land van Heusden en Altena	24_1	19	19	0,4	19	0,4
	24_2	15	15	0,3	15	0,3
	24_3	15	15	0,6	15	0,5
Goeree-Overflakkee	25_2	27	23	0,1	23	0,1
West-Brabant	34_1	17	11	0,1	11	0,0
	34_2	27	-	-	-	-
	34a_1	3	3	0,2	3	0,2
Totaal		605	439	0,4	311	0,4

Tabel 3.4 Verandering van HBN ten opzichte van 2015 bij verschillende vormen van beheer in het Benedenrivierengebied zichtjaar 2100; Klimaatscenario W+ (HKV, 2015a).

Een overzicht van de ligging van de normtrajecten (tweede kolom van tabel 3.4) is weergegeven in bijlage 4, figuur B4.1.

3.3.5 *Enkele varianten op het Plan Sluizen*

Op het Plan Sluizen zijn enkele varianten bedacht. De resultaten van berekeningen aan deze varianten worden hier kort toegelicht. Het gaat om de volgende aanpassingen in het Plan Sluizen:

- het verlagen van het aanslagpeil van de gemalen;
- alle gemalen worden in de Nieuwe Maas geplaatst, in plaats van een verdeling over Nieuwe en Oude Maas;
- aanpassing van het lek in de Oosterscheldekering (van 350 m^2 naar 600 m^2)

De eerste twee varianten zijn door de groep ingenieurs bedacht omdat deze het plan mogelijk zouden kunnen optimaliseren. De laatste variant is bedacht omdat het verkleinen van de lekopening in de Oosterscheldekering van 1250 m^2 (in huidige situatie) naar 350 m^2 (in de toekomst) zeer waarschijnlijk een te optimistische is inschatting van de mogelijkheden is. 600 m^2 is het maximaal haalbare met de voorgestelde maatregelen (rubber profielen aan de boven- en onderkant van de schuiven).

Verlagen van het aanslagpeil van de gemalen;

In de hierboven gepresenteerde rekenresultaten met betrekking tot het Plan Sluizen hebben de gemalen een aanslagpeil van NAP +1,00 m. Omdat het vermoeden bestond dat een lager aanslagpeil meer berging in het Benedenrivierengebied schept en daarmee een verlagend effect heeft op de MHW's, is een berekening gemaakt waarbij het aanslagpeil op NAP +0,00 m is gelegd. Het effect hiervan op de MHW's blijkt echter marginaal te zijn, in de orde van hooguit enkele centimeters (zie figuur 3.7).



Figuur 3.7 Effect van een lager aanslagpeil van de gemalen ten opzichte van het oorspronkelijke Plan Sluizen; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).

Alle gemalen in de Nieuwe Maas, in plaats van verdeling over Nieuwe en Oude Maas

Een tweede variant betreft het plaatsen van alle gemaalcapaciteit (totaal 3000 m^3/s) op de Nieuwe Maas. Vermoed werd dat hiermee de afvoer van de Nederrijn efficiënter weggemalen zou kunnen worden, met een verlagend effect op de MHW's als gevolg.



Figuur 3.8 Effect van alle gemalen in de Nieuwe Maas ten opzichte van het oorspronkelijke Plan Sluizen; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+.

Zoals figuur 3.8 laat zien is het positieve effect van de aanpassing beperkt, bij Rotterdam dalen de MHW's iets. Echter, bij Spijkenisse gaan ze iets omhoog omdat de gemalen in de Ouden Maas verdwenen zijn.

<u>Aanpassing van het lek in de Oosterscheldekering (van 350 m^2 naar 600 m^2)</u>
Tot slot is nagaan wat het effect is van een enigszins groter lek in de Oosterscheldekering ten opzichte van het hierboven gepresenteerde Plan Sluizen. Het lek is in de berekeningen vergroot van 350 m^2 naar 600 m^2.



Figuur 3.9 Effect van een lek in de Oosterscheldekering van 600 m^2 ten opzichte van een lek van 350 m^2; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+.

Zoals figuur 3.9 laat zien is het effect van de aanpassing van het lek in de Oosterschelde van 350 naar 600 m^2 beperkt. De MHW's gaan in het

Benedenrivierengebied met ongeveer 2 tot 5 cm omhoog. In HKV, 2015a is gemotiveerd dat zolang het lek in de Oosterscheldekering kleiner is dan orde 600 m^2, de Oosterschelde effectief als bergingsgebied gebruikt kan worden. Wordt het lek groter dan ongeveer 600 m^2, dan neemt al snel de effectiviteit van de Oosterschelde als waterberging af. Dat blijkt ook uit eerdere berekeningen, onder andere van een eerdere versie van het Plan Sluizen waarin het lek 1250 m^2 was. Het effect van de berging in de Oosterscheldekering is dan maximaal 1 dm MHW-verlaging bij Dordrecht.

3.4 Onzekerheidsanalyse hydraulische berekeningen

Gedurende de loop van het onderzoek zijn op diverse momenten onzekerheids- en gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Daarbij zijn onder meer de volgende aspecten bekeken:

1. Plausibiliteit van de referentieberekeningen. Hierin is gecontroleerd of de berekende MHW's in de referentiesituatie overeen komen met daadwerkelijk opgetreden hoogwatersituaties. Hierbij is ook gekeken naar scheefstand en stijgsnelheden in het bekken, en of die door het model goed worden weergegeven. In het algemeen bleek dit het geval.
2. Invloed van duur van de stormtop. Er zijn berekeningen gemaakt met stormtoppen van 12 en 24 uur in plaats van de standaard gehanteerde 4 uur. De invloed van de langere topduren op optredende waterstanden is groot. De uiteindelijke sommen zijn gemaakt met een stormopzet en topduur zoals die beleidsmatig is voorgeschreven.
3. Faseverschil in stormopzet. Wind en hoogwater vallen niet altijd samen, er is vrijwel altijd een faseverschil. Dit kan invloed hebben op de modelresultaten. Standaard wordt gerekend met een top van de stormopzet die na astronomisch hoogwater valt. Gebleken is dat een stormopzet waarbij de top voor astronomisch hoogwater valt vrijwel gelijke waterstanden oplevert (verschillen orde 5 cm).
4. Waterstandverloop in de voorflank van de storm. Mocht er sprake zijn van verhoogde waterstanden in de voorflank van de storm dan heeft dit een MHW-verhogend effect. Op dit moment wordt met een dergelijk effect in de berekeningen geen rekening gehouden. Bij Hoek van Holland, de locatie die bepalend is voor de Rijn-Maasmonding, lijkt er geen structurele waterstandverhoging in de voorflank van stormen op te treden, dit is echter nooit diepgaand onderzocht.

De gevoeligheidsanalyses hebben niet geleid tot aanpassing van de gehanteerde modellen. Wel kunnen er een aantal aanbevelingen uit worden afgeleid:

1. Faseverschil. Ondanks het feit dat de modelresultaten niet sterk beïnvloed worden door een ander faseverschil, lijkt het toch verstandig hier nog eens goed naar te kijken. Vervolgonderzoek wordt daarom aanbevolen.
2. Waterstandverhoging in de voorflank van stormen. Hoewel een globale analyse niet aantoont dat waterstandverhoging in de voorflank van stormen een rol speelt te Hoek van Holland, is het verstandig dit beter te analyseren.

Daarnaast is een punt van aandacht dat door zeespiegelstijging het vaker voor kan komen dat het sluitpeil gedurende een storm meerdere keren achtereen wordt onder- en overschreden (een soort meertoppigheid). Het is de vraag of de Maeslantkering geschikt is om met dit fenomeen om te gaan. Dit is nagevraagd bij de bouwers, en die geven aan dat hiermee in het ontwerp rekening is gehouden. Dit levert dus geen probleem op.

3.5 Conclusies hydraulische effecten

Met betrekking tot de hydraulische effecten van het Plan Sluizen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Met het Plan Sluizen wordt de MHW-stijging als gevolg van klimaatverandering in het Benedenrivierengebied geheel of voor een groot deel gecompenseerd. Te Rotterdam is de compensatie zelfs aanzienlijk groter dan de MHW-verandering als gevolg van klimaatverandering.
2. Tussen Hoek van Holland en de sluizen vindt door opstuwing een MHW-stijging plaats van meer dan 3 meter. Dit leidt niet alleen financieel, maar ook ruimtelijk tot een forse opgave, omdat er relatief veel stedelijk gebied in dit traject zit.
3. Ook op de Hollandse IJssel treedt een (aanzienlijke) MHW-stijging op. Dit wordt veroorzaakt door het laten vervallen van de kering in de Hollandse IJssel. Omdat een MHW-stijging van deze omvang ongetwijfeld leidt tot een veel kostbaarder dijkversterking langs de Hollandse IJssel dan die nu al nodig is, lijkt het verstandig de Hollandse IJsselkering alsnog op te nemen in het Plan Sluizen.
4. Een belangrijk deel van de MHW-verlaging wordt gehaald door berging op de Oosterschelde, waarbij het lek in de Oosterscheldekering wordt verkleind. Met de voorgestelde maatregelen kan het lek in de Oosterscheldekering gereduceerd worden tot 600 m^2. Het verkleinen van het lek en het optimaliseren van het sluitregime leiden tot een forse MHW-daling in het zuidelijke deel van het benedenrivierengebied.
5. Inzet van gemalen in de Nieuwe Maas (2000 m^3/s) en Oude Maas (1000 m^3/s) leidt tot een grote MHW-daling in het noordelijk deel van het benedenrivierengebied. De inzet van gemalen concentreren op de Nieuwe Maas leidt niet tot een verbetering van de MHW-dalingen. Datzelfde geldt ook voor een lager aanslagpeil. De pompen zullen hierdoor vaker aanstaan, maar dit leidt nauwelijks tot een MHW-verlaging.

4 Kosten van infrastructurele maatregelen

4.1 Kosten van infrastructurele maatregelen

In de voorkeursstrategie zijn een aantal grote infrastructurele maatregelen opgenomen om de waterveiligheid te garanderen. De belangrijkste zijn (afgeronde getallen):

1. Vervangen van de Maeslantkering (rond of na 2070, uiterlijk 2100), inclusief verbeteren van de betrouwbaarheid sluiting à 1150 M€;
2. Vervangen van de kering in de Hollandse IJssel, inclusief verbeteren van de betrouwbaarheid sluiting à 175 M€;
3. Uitvoeren van enkele aanvullende Ruimte voor de Riviermaatregelen à 580 M€;
4. Talud- en bodembescherming in Spui, Dordtse Kil en Oude Maas ter voorkoming van erosie à 300 M€;
5. Overige kosten à 475 M€.
6. Dijkversterking; afhankelijk van de vervangingsdatum van de Maeslantkering (2070 of 2100) komen de investeringskosten voor dijkversterkingen uit op ruim 5 miljard euro, en nog een half miljard extra bij vervanging van de Maeslantkering in 2100.

Genoemde kosten zijn bepaald met behulp van de Standaard-Systematiek voor Kostenramingen voor de bouw (CROW, 2010). Deze systematiek wordt breed gebruikt in Nederland. De bandbreedte bedraagt plus of min 50%. Als risico-opslag voor projecten in de MIRT-Verkenningenfase schrijft SSK een risico-opslag van 25 tot 35% voor. Gezien de lange zichttermijn (tot 2100) en de daarbij horende onzekerheden is in dit geval gekozen voor 35%. De onderbouwing voor de kostenramingen is te vinden in ECKB, 2015 en bijlage 3. Als prijspeil is voor alle kostenschattingen 2013 gebruikt.

Naast bovenstaande maatregelen is aanpassing van de Volkeraksluizen voorzien à 160 M€. Die aanpassing dient zowel de scheepvaart als de waterveiligheid. Dit laatste in verband met doorvoer van water van het Hollands Diep naar het Volkerak-Zoommeer ten einde dit meer als waterberging in te kunnen zetten.

Ook in het Plan Sluizen zitten een aantal grote infrastructurele maatregelen. De belangrijkste zijn (getallen zijn afgerond):

1. Aanleg van dammen in Oude en Nieuwe Maas, inclusief:
   - Dam met spuisluis en schutsluizen in de Nieuwe Maas à 780 M€;
   - Dam met schutsluizen in Oude Maas à 560 M€;
   - Gemalen in Oude en Nieuwe Maas à 990 – 1560 M€;
     N.B: de kostenraming van de ingenieurs gaat uit van 700 M€. Daarom is ook dit bedrag meegenomen. Zij hanteren daarbij een post onvoorzien van 10 à 20%.
   - Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgse sluis à 240 M€;
   - Afsluiten Hartelkanaal à 35 M€;
2. Slopen van de Maeslantkering (rond of na 2070) à 10 M€;
3. Vervangen van de kering in de Hollandse IJssel (zie vorige hoofdstuk) inclusief verbeteren betrouwbaarheid sluiten à 175 M€;
4. Uitvoeren van enkele Ruimte voor de Riviermaatregelen à 580 M€;
5. Doorlaatmiddelen bij de Volkerakdam en Krammersluizen ten behoeve van aanvoer naar de Oosterschelde en verkleinen van het lekdebiet van de Oosterscheldekering à 270 M€.
6. Overige kosten à 110 M€.

7. Dijkversterking: dankzij het Plan Sluizen is minder dijkversterking nodig dan in de VKS. De besparing betreft de trajecten met een hoogteopgave als gevolg van klimaatverandering tot 2100. De overige trajecten hebben een sterkteopgave en/of er zijn problemen met zetting. Die worden door het Plan Sluizen niet opgelost. Dit gaat om ongeveer 4,5 miljard euro.

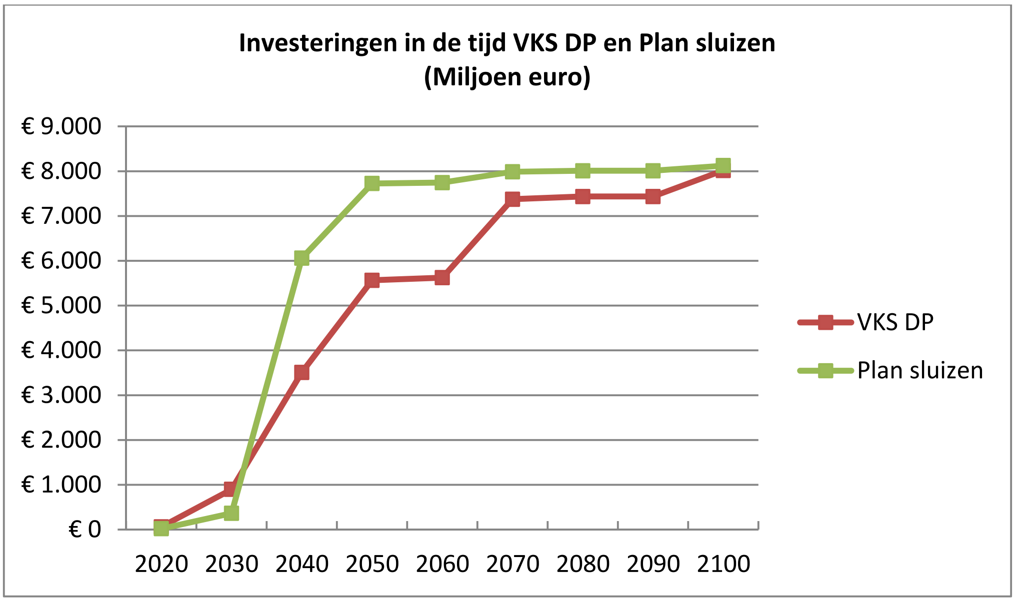
In onderstaande tabel zijn de investeringskosten van de belangrijkste maatregelen voor de voorkeursstrategie en het Plan Sluizen opgenomen. Voor Plan Sluizen zijn kosten gepresenteerd volgens de kostenraming van ECKB, maar ook volgens de groep ingenieurs. De kostenraming volgens ECKB wijkt vooral voor de raming van de gemalen af van de kostenraming van de groep ingenieurs.

		VKS DP2015 Investeringen Conform ECKB	Sluizen Investeringen conform ECKB		Sluizen Investeringen Conform Spaargaren
			Ondergrens gemalen	Bovengrens gemalen	
Totale kosten (afgerond)	**Jaar**	**€ 7.900**	**€ 8.300**	**€ 8.900**	**€ 8.000**
Geschatte variatiecoëfficient (conform SSK)		+/- 50%	+/- 50%	+/- 50%	
Vervangen Maeslantkering (in 2070), inclusief sloop	2070	€ 956	- -		
Sloop Maeslantkering (in 2070)	2070	- -	€ 10		
Verbeteren faalkans Maeslantkering (1:1000)	2070	€ 200	- -		
Vervangen Algerakering inclusief in-/exclusief sluis	2050	€ 139	€ 114		
Verkleinen faalkans nieuwe Algerakering (naar 1:1000)	2050	€ 36	€ 36		
Ruimte voor de rivier; pakket DPR	2050	€ 583	€ 583		
Talud- & bodembescherming op Spui, Kil en Oude Maas * (uitgaven in 5 delen, in resp. '20, '40, '60, '80 en 2100)	2020 - 2100	€ 333	€ 111		
Doorlaatmiddel Philipsdam P-300 (VKS) / P-1500 (Plan Sluizen)	2040	€ 47	€ 155		
Overige maatregeln zoetwatervoorziening/ zoutindringing/ecologie	2030	€ 274	€ 77		
Vierde schutsluis Volkerak, alternatief A2	2030	€ 155	- -		
Doorlaatmiddel Volkerak, overige compensatie maatregelen	2040	- -	€ 111		
Verkleinen lekverlies Oosterscheldekering	2040	- -	€ 5		
Sluizen in Nieuwe Maas	2040	- -	€ 777		
Sluizen in Oude Maas	2040	- -	€ 557		
Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgsesluis	2040	- -	€ 242		
Afsluiten Hartelkanaal	2040	- -	€ 34		
Gemalen in Nieuwe en Oude Maas	2040	- -	€ 993	€ 1.564	€ 700
Dijkversterkingen tot 2030	2030	€ 336	€ 193		
Dijkversterkingen 2030-2040	2040	€ 2.457	€ 3.092		
Dijkversterkingen 2040-2050	2050	€ 1.298	€ 925		
Dijkversterkingen 2050-2070	2070	€ 594	€ 233		
Dijkversterkingen 2070-2100	2100	€ 522	€ 96		

- *Mondelinge mededeling Waterschap Hollandse Delta: kostenraming is te hoog. 100 M€ voor de VKS en 0 M€ voor Plan sluizen + voor beide normaal beheer en onderhoud is waarschijnlijk afdoende.*

Tabel 4.1: Investeringskosten infrastructurele maatregelen (prijspeil 2013)

De investeringen vinden niet allemaal in hetzelfde jaar plaats. Sommige van de maatregelen zitten op relatief korte termijn (tot 2030-2040), andere meer aan het eind van deze eeuw (2070-2100). Zie ook figuur 4.1.



Figuur 4.1: Investeringen in de tijd van Voorkeursstrategie en Plan sluizen.

Om de investeringen vergelijkbaar te maken, is daarom een omrekening gemaakt naar de Contante waarde, met als prijspeil 2013 (zie verder hoofdstuk 7). Daarbij is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de effecten van de nieuwe discontovoeten zoals die per 1 januari 2016 waarschijnlijk van kracht worden. Deze zijn 1 tot 3% lager dan de huidige, wat grote invloed heeft op de Contante Waarde.

Naast de investeringskosten zijn er ook kosten voor exploitatie en beheer en onderhoud. Op dit punt ontlopen beide varianten elkaar niet veel. In bijlage 3 is hierover meer informatie opgenomen. Deze jaarlijks terugkerende kosten zijn meegenomen in het bepalen van de Contante waarden (zie hoofdstuk 7).

Dijkversterking wordt verder in de volgende paragraaf behandeld. De onderbouwing van de overige kostenschattingen is te vinden in ECKB, 2015 en bijlage 3.

De grootste post in het Plan Sluizen is uiteraard de aanleg van de afsluiting in de Oude en Nieuwe Maas met de bijbehorende voorzieningen. In de kostenschatting voor de gemalen zit een erg grote bandbreedte. Op zich is er over kosten van pompen en gemalen vrij veel informatie beschikbaar, maar vrijwel altijd gaat dit om kleinere gemalen en dito pompcapaciteiten, meestal tot 10 m^3/s. Dat soort gemalen wordt veel gebouwd. In dit project gaat het om veel grotere pompcapaciteiten, totaal 3000 m^3/s. Dit is ver buiten de bandbreedte van gemalen die tot nu toe zijn gebouwd. Het grootste gemaal van Nederland (en van Europa) is dat van IJmuiden, met 260 m^3/s. De grotere boezemgemalen gaan tot ongeveer 100 m^3/s. Het grootste gemaal ter wereld is met 550 m^3/s dat van New Orleans.

Omdat er weinig grote gemalen gebouwd worden, is ook een kostenraming met grote onzekerheden omgeven. Meestal wordt in een SSK-raming een kostprijs gehanteerd van 50 tot 100 Miljoen € per 100 m^3/s (investeringskosten inclusief BTW en onzekerheidsmarge). Voor de operationele kosten wordt standaard 0,6% van de investeringskosten gebruikt.

Het grootste (oorspronkelijke) gemaal in Nederland, IJmuiden, met 4 * 40 = 160 m^3/s bedroeg (geïndexeerd naar 2015) circa € 90 miljoen. Later is het nog met 100 m^3/s uitgebreid. En de West Closure Complex (New Orleans) met 11 * 49 = 539 m^3/s kostte naar huidig prijspeil circa € 280 miljoen. Dit zijn traditioneel gebouwde en bewezen gemalen. Beide zitten dus in de buurt van de onderkant van de brandbreedte, namelijk ruim 50 M€ per 100 m^3/s.

Bovenstaande kostenramingen gelden voor traditioneel gebouwde gemalen. Vernieuwende oplossingen zouden uiteraard goedkoper kunnen zijn. Wel hebben deze (per definitie) als nadeel dat het geen bewezen technieken zijn, anders was het niet vernieuwend. Maar het kan zeker de moeite waard zijn dit te onderzoeken. In het geval van pompen in de RijnMaasmonding hebben ir. Spaargaren en ir. Vroege een vernieuwend maar eenvoudig concept ontwikkeld waarvan zij aangeven dat dit aanzienlijk goedkoper is dan traditionele oplossingen. Het ontwerp is gebaseerd op onderdelen die allemaal bewezen technieken zijn. Nieuw is vooral de schaalgrootte. In het Plan Sluizen zijn 2 gemalen voorzien: 2000 m^3/s bij de Nieuwe Maas (met 40 pompen van 50 m^3/s) en 1000 m^3/s in de Oude Maas (met 20 pompen van 50 m^3/s). Totaal wordt dus uitgegaan van een pompcapaciteit van 60 pompen van elk 50 m^3/s.

De ingenieurs gaan voor een gemaal van 1000 m^3/s (met 20 pompen van 50 m^3/s) uit van 250 miljoen euro investeringskosten (inclusief BTW). Hierin is 10% onvoorzien opgenomen. Vergeleken met de SSK-methodiek is dat laag. In SSK wordt in de verkenningenfase uitgegaan van een risico-opslag tussen 25% en 35%.

De kostenraming van de ingenieurs is door Rijkswaterstaat beoordeeld. Omdat het om een vernieuwend concept gaat, is tevens een review uitgevoerd door Grontmij. Op basis hiervan is geconcludeerd dat voor het Plan Sluizen een kostenraming van 33 tot 50 miljoen € per 100 m^3/s reëel is. Maar daarnaast is ook de kostenraming van de ingenieurs integraal meegenomen. Zie ook tabel 4.1.

Tot slot is nog van belang dat in de oplossing van ir. Spaargaren en ir. Vroege wordt gekozen voor een dieselaandrijving. Tegenwoordig wordt vrijwel standaard gekozen voor een volledig elektrisch gemaal. Een dieselelektrisch gemaal heeft als groot voordeel dat geen aansluiting op het elektriciteitsnet nodig is. Dat scheelt niet alleen aansluitkosten, maar het maakt de oplossing ook robuuster. Een dieselgemaal heeft geen last van stroomuitval van het elektriciteitsnetwerk.

Dieselaandrijving heeft wel als nadeel dat de levensduur soms minder groot is (25 in plaats van 50 jaar). Bij het berekenen van de Contante waarde moet daarmee rekening worden gehouden, al zal de invloed beperkt zijn. Door de discontovoet werken investeringen op langere termijn slechts beperkt door in de Contante waarde.

Voor het bepalen van de operationele kosten zijn de pomptijden nog van belang. De verwachting is dat de pompen hooguit enkele weken per jaar aanstaan, zeker in het begin. Voor normale omstandigheden is er immers de spui met een debiet van 2000 m^3/s.
Naarmate de zeespiegel door klimaatverandering stijgt, zal de inzet van de gemalen meer worden. Door het beperkte gebruik zal de levensduur waarschijnlijk langer zijn dan de eerder aangegeven standaard levensduur van 25 tot 50 jaar.

Het energieverbruik kan worden geschat op basis van gemaal IJmuiden. Ook daar gaat het om een combinatie van spui en gemaal. Het energieverbruik bedraagt circa

10.000.000 kWh per jaar (IJmuiden: 260 m^3/s, 4*40 en 2*50 m^3/s), ofwel 40.000 kWh per jaar per m^3/s gemaalcapaciteit. Uitgaande van een tarief van € 0,075/kWh bedragen de energiekosten dan circa € 3.000 per m^3/s gemaalcapaciteit. De gemaalcapaciteit in Plan Sluizen bedraagt in totaal 3000 m^3/s, waardoor de energiekosten uit zouden komen op circa 9 M€/jaar.

Naast genoemde kosten voor de afdammingen en bijbehorende kosten voor sluizen, spuivoorzieningen en gemalen is aanpassing van de Volkeraksluizen voorzien à 114 M€. Die aanpassing dient zowel de scheepvaart als de waterveiligheid. Dit laatste in verband met doorvoer van water van het Hollands Diep naar het Volkerak-Zoommeer ten einde dit meer als waterberging in te kunnen zetten.

De versterking in de Voorstraat te Dordrecht die in de Voorkeursstrategie is voorzien kan in Plan Sluizen vervallen. Deze (vermeden) kosten zijn meegenomen in de kostenramingen van de dijken in de volgende paragraaf (par. 4.2).

Nogmaals zij benadrukt dat alle met SSK geraamde kostengetallen zijn omgeven met een bandbreedte van plus of min 50%. In de post 'risico-opslag' (van 35%) zijn ook de inpassingskosten meegenomen. Naar het oordeel van de gemeente Rotterdam is dit te laag ingeschat. Uitkopen en nadeelcompensatie zal op grote schaal plaats moeten vinden richting de zittende bedrijven en daarmee valt Plan sluizen negatiever uit.

Dijkversterking wordt verder in de volgende paragraaf behandeld.

4.2 Nadere onderbouwing kosten van dijkversterkingen

4.2.1 Voorkeursstrategie

HKV, 2015b rapporteert een nieuwe schatting van de kosten gemoeid met dijkversterkingen in de voorkeursstrategie. In tabel 4.2 staat een overzicht van de uitkomsten onder klimaatscenario Stoom/Warm in 2100. In de tabel zijn de kosten van een eerste versterkingsronde in 2032 (wanneer de resultaten van de volgende toetsronde bekend zijn) en de totale kosten tot 2100 weergegeven. Per normtraject is de lengte van de dijk die moet worden versterkt en de gemiddelde benodigde ophoging aangegeven.

Daar waar de ophoging gelijk is aan 1 cm, is sprake van alleen een sterkteprobleem en zijn de kosten gelijk aan de realisatiekosten van een pipingberm. In de tabel is te zien dat in totaal 485 km van in totaal ruim 605 km moet worden versterkt tussen 2015 en 2100. Daarvan wordt 75% tot 2032 aangepakt. Deze versterkingen kosten 3,6 miljard euro, dit is ongeveer 65% van het budget. Kanttekening bij de hier gepresenteerde kosten is dat MHW-verlagende effecten van toekomstige Ruimte voor de Riviermaatregelen nog niet zijn meegenomen. Dat is overigens ook bij het Plan Sluizen het geval. In paragraaf 4.3 worden de dijkversterkingen op basis van de nieuwste planning van het Hoogwaterbeschermingsprogramma overigens preciezer in de tijd gezet.

	Dijkversterkingen tot 2032				Dijkversterkingen tot 2100			
	lengte (km)	opho-ging (m)	kosten (milj. euro)	kosten (milj. euro per km)	lengte (km)	opho-ging (m)	kosten (milj. euro)	kosten (milj. euro per km)
14_01-dprd04	2	0,97	75	37	19	0,87	528	27
14_02-dprd04	0	1,23	1	3	1	0,94	29	24
14_03-dprd04	2	1,03	18	10	5	0,99	54	12
15_01-dprd04	6	0,01	61	10	23	0,83	337	15
15_02-dprd04	7	0,82	162	22	25	0,97	531	22
16_01-dprd04	26	1,28	652	25	26	1,28	652	25
16_02-dprd04	28	1,52	465	16	28	1,56	482	17
16_03-dprd04	28	0,59	327	12	28	0,69	352	13
16_04-dprd04	24	0,42	165	7	24	0,49	191	8
17_01-dprd04	24	0,01	201	8	24	0,01	201	8
17_03-dprd04	-	-	-	0	-	-	-	0
17_02-dprd04	16	0,01	66	4	16	0,01	66	4
18_01-dprd04	5	0,01	63	12	5	0,01	63	12
19_01-dprd04	8	0,51	177	22	8	0,51	177	22
20_02-dprd04	1	0,98	5	3	14	0,81	75	5
20_03-dprd04	2	1,21	5	3	13	0,94	130	4
20_04-dprd04	-	-	-	0	4	0,69	14	4
21_01-dprd04	30	0,01	190	6	30	0,01	190	6
21_02-dprd04	35	0,01	113	3	35	0,01	113	3
22_02-dprd04	7	0,33	18	3	24	0,72	641	16
22_01-dprd04	11	0,01	55	5	18	0,41	117	6
24_01-dprd04	12	0,01	20	2	12	0,01	20	2
24_02-dprd04	10	0,38	25	3	15	0,70	57	4
24_03-dprd04	12	1,46	187	16	15	1,34	254	17
25_02-dprd04	27	0,01	130	10	27	0,01	130	10
34_01-dprd04	17	0,01	109	6	17	0,01	109	6
34_02-dprd04	27	0,01	211	8	27	0,11	233	9
34a_01-dprd04	3	0,01	8	3	3	0,01	8	3
	369		3.511	10	485		5.755	11

Tabel 4.2 Kosten van benodigde dijkversterkingen tot 2032 en tot 2100 bij uitvoering van de variant Huidig Beheer. Voor de dijkversterkingen langs de Hollandse IJssel en het Volkerak-Zoommeer wordt aangenomen dat die in beide varianten gelijk zijn. Die worden dus verder buiten beschouwing gelaten.

HKV, 2015b analyseert tevens welk deel van de kosten toe te delen zijn aan sterkte tekort/piping, zetting en klimaatverandering:

- Oplossen van sterkte tekort/piping tot 2032 : 1.800 M€
- Oplossen van zetting tot 2032 : 200 M€
- Oplossen zetting 2032 – 2100 : 1.200 M€
- Oplossen van klimaatverandering tussen 2032 – 2100 : 700 M€.
- Oplossen van sterkte tekort/piping 2032 - 2100 : 1.800 M€

Opgemerkt wordt dat de lengte van de te versterken dijktrajecten in tabel 3.3 verschilt van het HBN-verschil genoemd in tabel 3.4 in paragraaf 3.3. Dit heeft de volgende redenen:

- In de kostenberekening wordt gerekend met zetting (maximaal een meter) en een robuustheidstoeslag (30 cm). Dit is in de HBN-berekening in par. 3.3

uiteraard niet opgenomen, het HBN is immers louter een combinatie van waterstand en golfoploop.
- De kostenberekening houdt rekening met een nieuwe (strengere) norm vanaf 2017.
- Het HBN in paragraaf 3.3 geeft louter (een verschil in) hydraulische belasting. In de kostenberekening wordt niet alleen naar hoogte gekeken, maar ook te versterken strekkingen worden meegenomen waar, los van een toekomstige verandering in HBN, nu al een sterkteopgave bestaat;
- In de kostenberekening mag na het oplossen van de sterkteopgave de zogenaamde aanwezige overhoogte worden meegeteld om de toename in waterstandopgave op te vangen.

Een deel van de kosten wordt veroorzaakt door doorgaande zettingen in het gebied. Deze zettingen zorgen voor een opgave onafhankelijk van welke variant er ook gekozen wordt.

In de kosten voor de sterkteberekeningen is er rekening mee gehouden dat op plekken waar weinig ruimte is (door bebouwing) niet gewerkt wordt met een brede berm, maar met een veel duurdere constructieve maatregel (bijvoorbeeld een damwand/diepwand).

Tabel 4.2 beschrijft de variant 'Huidig beheer'. In de Voorkeursstrategie wordt bij het Klimaatscenario Stoom/Warm in 2070 de Maeslantkering vervangen, bij een gematigd scenario is dat in 2100. Bij de vervanging gaat de faalkans van 1/100 naar 1/1000. Bij vervanging in 2070 wordt een deel van de dijkversterking bij 'Huidig beheer' overbodig. In totaal gaat het om ongeveer een half miljard euro. In tabel 4.3 is dat verder uitgewerkt. Daarbij is ook een verdere uitsplitsing gegeven naar de periode waarin de dijkversterking wordt uitgevoerd. Zie voor een toelichting op deze tabel bijlage 4.

De kostenramingen voor de dijken zijn ter toetsing voorgelegd aan de betrokken waterschappen. Naar aanleiding van de toets zijn in de tabel de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- De kosten van dijkring 20_3 zijn voor Huidig Beheer onderschat en gecorrigeerd met 85 miljoen euro;
- In Huidig Beheer en de voorkeursstrategie is de versterking van de waterkering bij Dordrecht (22_2) onderschat. Hiervoor wordt 250 miljoen euro extra geraamd, uit te geven rond 2040. Deze uitgave is niet nodig in het Plan Sluizen;
- De raming van het dijktraject aan de noordzijde van Goeree (grenzend aan het Haringvliet) (25_2) was overschat. Hier gaat het om 130 miljoen euro. Dit geldt voor alle varianten;
- De prioritering van dijkring 16 was te vroeg ingeschat en is gewijzigd naar de periode tussen 2030-2042;

	Dijkkosten in miljoenen euro's						
	Huidig Beheer	**Voorkeursstrategie**					
Dijk traject	**Totaal**	**2024-2029**	**2030-2040**	**2041-2052**	**2053-2070**	**2071-2100**	**Totaal**
14_01	528	0	0	117	115	87	318
14_02	29	0	0	0	0	0	0
14_03	54	0	0	0	54	0	54
15_01	337	322	0	0	0	15	337
15_02	531	0	306	21	131	70	528
16_01	652	0	652	0	0	0	652
16_02	482	0	456	0	0	0	456
16_03	352	0	327	0	0	25	352
16_04	191	0	191	0	0	0	191
17_01	201	0	0	201	0	0	201
17_03	0	0	0	0	0	0	0
17_02	66	0	0	66	0	0	66
18_01	63	0	0	0	63	0	63
19_01	177	0	177	0	0	0	177
20_02	75	0	0	0	75	0	75
20_03	130	14	0	0	0	29	43
20_04	14	0	0	14	0	0	14
21_01	190	0	0	190	0	0	190
21_02	113	0	0	0	113	0	113
22_02	641	0	0	250	19	182	451
22_01	117	0	0	55	0	61	116
24_01	20	0	20	0	0	0	20
24_02	57	0	0	0	24	31	55
24_03	254	0	0	254	0	0	254
25_02	130	0	0	130	0	0	130
34_01	109	0	109	0	0	0	109
34_02	233	0	211	0	0	22	233
34a_01	8	0	8	0	0	0	8
Totaal	**5755**	**336**	**2457**	**1298**	**594**	**522**	**5206**

Tabel 4.3 Kosten van benodigde dijkversterkingen tot 2100 bij uitvoering van de Voorkeursstrategie (in miljoen euro).

Normaal gesproken moeten dijken na 50 jaar opnieuw versterkt en verhoogd worden. Dat dijken die aan het begin van de 21^{e} eeuw versterkt worden in de 2^{e} helft van de 21^{e} eeuw niet opnieuw een grote versterking moeten ondergaan, heeft de volgende reden. In de kostenberekening wordt een besteltijd van circa 15 jaar gehanteerd. Dit is de periode die in de praktijk vaak nodig is vanaf het moment van afkeuren tot het moment dat de dijkversterking wordt opgeleverd. Hierdoor is te verwachten dat versterkingen vanaf 2017 pas rond 2032 verwacht worden gereed te zijn. Dijken die in het tijdspad tot 2032 versterkt worden, worden verondersteld te worden aangelegd met een ontwerphorizon van 50 jaar. Bij het ontwerp wordt gewerkt met een robuustheidstoeslag (30 cm). De toeslag is bedoeld om onbekende onzekerheden op te vangen, maar werkt praktisch gezien levensduur verlengend. Daardoor wordt verwacht dat dijken die rond of na 2032 op sterkte zijn gebracht, tot het einde van de eeuw nog min of meer op sterkte zijn en pas na 2100 een nieuwe grote versterking moeten ondergaan.

Indien de Maeslantkering in 2070 wordt vervangen en de nieuwe kering een faalkans van 1/1000 krijgt, wordt in de voorkeursstrategie een deel van de dijkversterkingen die tussen 2070 en 2100 gepland zijn overbodig. Het gaat hier om ongeveer 500 miljoen. De winst zit vooral bij dijkring 14 (250 miljoen €) en dijkring 22 (Dordrecht, 190 miljoen €).
Voor de dijkversterkingen langs de Hollandse IJssel en het Volkerak-Zoommeer wordt aangenomen dat die in beide varianten gelijk zijn. Die worden dus verder buiten beschouwing gelaten.

4.2.2 *Plan Sluizen*

HKV, 2015b rapporteert de geschatte kosten van dijkversterkingen die gemoeid zijn met het Plan Sluizen. In tabel 4.3 staat een overzicht van uitkomsten onder klimaatscenario Stoom/Warm in 2100. In de tabel zijn de kosten van de eerste versterkingsronden in 2032 en de totale kosten tot 2100 weergegeven. Per

normtraject is de lengte waarover de dijk moet worden versterkt gegeven en de gemiddelde benodigde ophoging. Net als bij de voorkeursstrategie (tabel 4.2) geldt dat daar waar de ophoging gelijk is aan 1 cm, sprake is van louter een sterkte probleem en zijn de kosten gelijk aan de realisatiekosten van een pipingberm.
Te zien is dat 444 km van in totaal ruim 605 km moet worden versterkt tussen 2015-2100. Dit is 41 km minder dan in de voorkeursstrategie. In 2032 wordt 83% van het aantal te versterken dijkvakken aangepakt. Deze versterkingen kosten 3,3 miljard euro, dit is ongeveer 74% van de totale investering tot 2100. Tussen 2017-2032 is 200 miljoen euro minder nodig om de dijken op orde te krijgen dan in de voorkeursstrategie. Ongeveer 60% van het aantal kilometers dat moet worden aangepakt in 2017 heeft alleen een pipingprobleem, en moet dus ook bij lagere maatgevende waterstanden worden versterkt. Langs dijkring 15 en 16 moet initieel 1,6 miljard euro worden geïnvesteerd om aan de norm te voldoen en het huidige sterkte probleem op te lossen (in de voorkeursstrategie is dat 1,8 miljard euro).
Net als bij de voorkeursstrategie worden in paragraaf 4.3 de dijkversterkingen op basis van de nieuwste planning van het Hoogwaterbeschermingsprogramma preciezer in de tijd gezet.

	Dijkversterkingen tot 2032				Dijkversterkingen tot 2100			
	lengte (km)	opho-ging (m)	kosten (milj. euro)	kosten (milj. euro per km)	lengte (km)	opho-ging (m)	kosten (milj. euro)	kosten (milj. euro per km)
14_01-dprd04	2	0.75	67	33	12	2.34	305	27
14_02-dprd04	0	4.18	3	12	13	2.71	311	23
14_03-dprd04	2	2.48	35	21	5	1.52	72	16
15_01-dprd04	6	0.01	61	10	21	0.67	208	10
15_02-dprd04	7	0.56	155	21	16	0.81	299	19
16_01-dprd04	26	0.94	602	23	26	0.94	602	23
16_02-dprd04	28	0.80	380	13	28	0.80	380	13
16_03-dprd04	28	0.24	261	9	28	0.70	439	16
16_04-dprd04	24	0.19	143	6	24	0.30	168	7
17_01-dprd04	24	0.01	201	8	24	0.01	201	8
17_03-dprd04	-	-	-	0	-	-	-	0
17_02-dprd04	16	0.01	66	4	16	0.01	66	4
18_01-dprd04	5	0.01	63	12	5	0.01	63	12
19_01-dprd04	8	1.12	205	25	8	1.12	205	25
20_02-dprd04	1	0.71	4	3	14	0.49	55	4
20_03-dprd04	2	0.95	4	2	2	0.95	4	2
20_04-dprd04	-	-	-	0	4	0.46	12	3
21_01-dprd04	30	0.01	190	6	30	0.01	190	6
21_02-dprd04	35	0.01	113	3	35	0.01	113	3
22_02-dprd04	7	0.01	16	2	7	0.01	16	2
22_01-dprd04	11	0.01	55	5	11	0.01	55	5
24_01-dprd04	12	0.01	20	2	12	0.01	20	2
24_02-dprd04	10	0.22	22	2	15	0.48	47	3
24_03-dprd04	12	1.37	184	16	15	1.27	250	16
25_02-dprd04	27	0.01	130	10	27	0.01	130	10
34_01-dprd04	17	0.01	109	6	17	0.01	109	6
34_02-dprd04	27	0.01	211	8	27	0.01	211	8
34a_01-dprd04	3	0.01	8	3	3	0.01	8	3
	369		3,309	9	444		4,540	11

Tabel 4.4: Kosten van benodigde dijkversterkingen tot 2032 en tot 2100 bij uitvoering van de variant Plan Sluizen (HKV, 2015b).

Opgemerkt wordt dat de lengte van de te versterken dijktrajecten in tabel 4.4 hierboven verschilt van de dijklengte met een HBN-verschil genoemd in tabel 3.4 in paragraaf 3.3. Hiervoor zijn enkele redenen:

- In de kostenberekening wordt gerekend met zetting (maximaal een meter) en robuustheidstoeslag (30 cm), dit is in de HBN-berekening in par. 3.3 uiteraard niet gedaan omdat een HBN immers louter een waterstand en een golfoploop omvatten.
- De kostenberekening houdt rekening met een nieuwe (strengere) norm vanaf 2017.
- Het HBN in paragraaf 3.3 geeft alleen een toekomstig verschil in hydraulische belasting, in de kostenberekening worden ook te versterken strekkingen meegenomen waar in de huidige situatie al een sterkteopgave bestaat.
- In de kostenberekening mag na het oplossen van de sterkteopgave zogenaamde aanwezige overhoogte worden meegeteld om toename in waterstandopgave op te vangen.
- Tussen 2015-2040 geldt het HBN van het doorgezette huidig beheer en pas vanaf 2040 het HBN dat behoort bij Plan Sluizen.

HKV, 2015b analyseert tevens welk deel van de kosten toe te delen zijn aan sterktetekort/piping (anno 2015), klimaatverandering en zetting.

- Oplossen van sterktetekort 2015/piping tot 2032 : 1.800 M€
- Oplossen van klimaatverandering tussen 2032 – 2100 : 600 M€ waarvan 90% voor dijkring 14.
- Oplossen van zetting tot 2032 : 100 M€
- Oplossen zetting 2032 – 2100 : 600 M€.
- Oplossen van sterktetekort 2032 2100 : 1.400 M€

Een deel van de kosten wordt veroorzaakt door doorgaande zettingen in het gebied. Deze zettingen zorgen voor een opgave onafhankelijk van welke variant er ook gekozen wordt.

In de kosten voor de sterkteberekeningen is er rekening mee gehouden dat op plekken waar weinig ruimte is (door bebouwing) niet gewerkt wordt met een brede berm, maar met een veel duurdere constructieve maatregel (bijvoorbeeld een damwand/diepwand).

Tabel 4.4 beschrijft de variant ‘Plan sluizen’. In tabel 4.5 is dat verder uitgewerkt. Daarbij is ook een verdere uitsplitsing gegeven naar de periode waarin de dijkversterking wordt uitgevoerd. Zie voor een toelichting op deze tabel bijlage 4.

	Dijkkosten in miljoenen euro's					
	Plan Sluizen					
Dijk traject	**2024-2029**	**2030-2040**	**2041-2052**	**2053-2070**	**2071-2100**	**Totaal**
14_01	0	305	0	0	0	**305**
14_02	0	311	0	0	0	**311**
14_03	0	72	0	0	0	**72**
15_01	193	0	0	0	15	**208**
15_02	0	175	21	67	36	**299**
16_01	0	602	0	0	0	**602**
16_02	0	380	0	0	0	**380**
16_03	0	414	0	0	25	**439**
16_04	0	168	0	0	0	**168**
17_01	0	0	201	0	0	**201**
17_03	0	0	0	0	0	**0**
17_02	0	0	66	0	0	**66**
18_01	0	57	0	6	0	**63**
19_01	0	205	0	0	0	**205**
20_02	0	55	0	0	0	**55**
20_03	0	0	0	0	4	**4**
20_04	0	0	12	0	0	**12**
21_01	0	0	190	0	0	**190**
21_02	0	0	0	113	0	**113**
22_02	0	0	0	0	16	**16**
22_01	0	0	55	0	0	**55**
24_01	0	20	0	0	0	**20**
24_02	0	0	0	47	0	**47**
24_03	0	0	250	0	0	**250**
25_02	0	0	130	0	0	**130**
34_01	0	109	0	0	0	**109**
34_02	0	211	0	0	0	**211**
34a_01	0	8	0	0	0	**8**
Totaal	**193**	**3092**	**925**	**233**	**96**	**4539**

Tabel 4.5 Kosten van benodigde dijkversterkingen tot 2100 bij uitvoering van Plan sluizen (in miljoen euro).

De kostenramingen voor de dijken zijn ter toetsing voorgelegd aan de betrokken waterschappen. Naar aanleiding van de toets zijn in de tabel de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- De raming van het dijktraject aan de noordzijde van Goeree (grenzend aan het Haringvliet) (25_2) was overschat. In plaats van de door KOSWAT berekende 260 M€ gaat het om 130 miljoen euro. Dit geldt voor alle varianten;
- De prioritering van dijkring 16 was te vroeg ingeschat en is gewijzigd naar de periode tussen 2030-2042;

In bovenstaande analyse is uitgegaan van aanleg van de afdamming in de Nieuwe en Oude Maas in 2040. Wordt de afsluiting al in 2016 gerealiseerd dan is ingeschat dat op dijkversterking in de periode tot 2040 mogelijk 500 M€ extra te besparen is. Dan komen de dijkversterkingskosten op ongeveer 4,0 miljard euro uit.

Net als in de voorkeursstrategie is in de berekening van de kosten van dijkversterking geen rekening gehouden met RvdR-maatregelen in de Merwedes. Overigens is, op basis van analyses met de Voorkeursstrategie in het Deltaprogramma, de verwachting dat de effecten hiervan op de kosten in beide gevallen relatief beperkt zijn (< ca 5%).

4.3 Verificatie van de dijkkosten

Op basis van de hiervoor besproken opgave voor de te versterken trajecten in het Rijnmond Drechtsteden gebied voor de VKS zijn een aantal bewerkingsslagen gedaan om een extra beeld te krijgen van de restopgave na het uitvoeren van het

Plan Sluizen. Op basis van een toegepaste redeneerlijn is een verificatie geleverd voor de inschatting van de kosten die middels KOSWAT/de Blokkendoos bepaald zijn (zie paragraaf 4.2) en een relatief hoge onzekerheidsband kennen. Basis is de opgave voor de VKS zoals die bepaald is met het Deltamodel vs0.3 en de bijbehorende opgave die door de Blokkendoos bepaald is voor de dijken. Vervolgens is de hieronder beschreven redeneerlijn gevolgd om een inschatting te geven van de dijkenopgave die overblijft na uitvoeren van het Plan Sluizen (zie toelichting in bijlage 4).

1. Allereerst is er gekeken naar de prioriteit van de trajecten zoals die door het programmabureau HWBP is toegekend aan de verschillende trajecten.
2. Vervolgens is gekeken welk deel van het benedenrivierengebied niet beïnvloed wordt door het Plan Sluizen. Dit is af te leiden uit de resultaten van HKV, 2015a.
3. In een laatste stap van deze analyse is op basis van de in VNK2 behaalde resultaten onderzocht welk deel van de opgave een hoogteprobleem door klimaatverandering betreft (daar werkt het Plan Sluizen wel), en waar het een sterkteprobleem of zetting betreft (daar werkt het Plan Sluizen slechts beperkt door). Ter toelichting van dit laatste: Het Plan Sluizen zorgt ervoor dat de MHW-stijging die in de voorkeursstrategie ontstaat (oplopend op sommige trajecten tot 0,7 meter in 2100) weer geneutraliseerd wordt. De trajecten met een sterkteopgave zijn echter nu al afgekeurd (dus bij de huidige MHW in 2015), of worden dat met de nieuwe normen in de volgende toetsronde. Door de MHW-stijging te neutraliseren, wordt dit probleem niet opgelost. Voor deze trajecten levert het Plan Sluizen geen besparingen op. Voor die trajecten die wel een hoogte opgave, maar geen sterkte opgave hebben, zit wel winst voor Plan Sluizen.
4. Deze stappen zijn voorgelegd aan de betreffende beheerders van alle dijktrajecten. Hierop zijn nog enkele wijzingen doorgevoerd.

Bewezen sterkte is vanwege twee redenen in dit geval niet aan de orde:

1. De MHW-stijging wordt gecompenseerd in het Plan Sluizen. Maar deze MHW's zijn in het verleden nog nooit langdurig opgetreden, ze horen bij een situatie die eens in de 2.000 of eens de 10.000 jaar voorkomt (voor respectievelijk Dordrecht en Rotterdam). We meten pas 100 jaar. De kans dat in die periode een MHW-situatie optreedt, is uiterst klein.
2. Door de afsluiting ontstaat een andere belastingsituatie. Bij een open Rijnmaasmondig wordt het MHW mede bepaald door wind. Hoe dichter bij Hoek van Holland, hoe meer. Vaak is dit een kortdurende, maar wel wat extremere belasting. In een afgesloten situatie wordt de Rijnmaasmonding een volledig riviergedomineerd systeem. Hier gaat het om een hydraulische belasting die in maatgevende omstandigheden weken aanhoudt. Die veroorzaakt met name de sterkteproblemen (piping, macrostabiliteit). Ook deze situatie is in dit gebied in het verleden nog nooit opgetreden.

4.4 Conclusies

1. Zowel de resultaten die volgen uit de Blokkendoos voor de variant Plan Sluizen (4,5 miljard euro) als het resultaat dat behaald wordt na toepassen van de redeneerlijn op de opgave komen redelijk overeen.
2. Bedacht moet worden dat er in het toepassen van de bewerkingsslagen er continu rekening is gehouden met conservatieve aannames voor de dijkenopgave in de VKS. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om het meenemen van de volledige klimaatopgave voor trajecten die niet beïnvloed worden, een beperkte sterkteopgave door het niet meenemen van nieuwe kennisinzichten en

een conservatieve hoogteopgave door het toepassen van de strengste klimaatscenario's.
3. Het Plan Sluizen levert bij de klimaatscenario's Stoom/Warm een forse besparing op in de kosten voor de dijkversterkingen in de komende eeuw. Totaal gaat het om ongeveer een 0,7 tot 1,2 miljard euro, afhankelijk van het moment waarop de Maeslantkering wordt vervangen door een afsluiting van de Rijn-Maasmonding. Daar staat echter een grote investering in andere infrastructurele maatregelen tegenover. Hierdoor komen de voorkeursstrategie en het Plan Sluizen qua orde grootte van de investeringskosten gelijk uit.
4. Ondanks dat het Plan Sluizen geoptimaliseerd is ten opzichte van het Deltaprogramma blijken er nog aanzienlijke kosten gemoeid met dijkversterking, totaal 4,5 miljard euro. Dit heeft vooral te maken met het nu reeds bestaande tekort aan sterkte (stabiliteit en piping) en zettingsproblemen bij veel dijken. Dit tekort werkt ook sterk door wanneer op nieuwe normen wordt overgegaan aangezien dan juist het sterktetekort, en in mindere mate een hoogtetekort, opgelost moet worden. De waterstandverlagingen van Plan Sluizen dragen echter weinig bij aan het oplossen van (bestaande) sterkteproblemen en zetting, hiervoor zijn vooral constructieve ingrepen in de dijken nodig. De investeringen voor het Plan Sluizen liggen relatief vroeg in de 21^{e} eeuw. Het geld wordt waarschijnlijk tussen 2030 en 2040 uitgegeven. De grootste baten (vermeden kosten voor de dijkversterkingen) zitten in de tweede helft van deze eeuw. Naarmate klimaatverandering sterker doorzet, nemen de besparingen verder toe.

4.5 Aanbevelingen

Op basis van dit hoofdstuk worden de volgende aanbevelingen gedaan:
1. De bandbreedte in de kostenraming voor de gemalen is groot. Dit heeft onder andere te maken met de te hanteren eenheidsprijzen voor (zeer) grote gemalen. Nu zijn de gemalen in de Oude en Nieuwe Maas in Plan Sluizen samengesteld uit een reeks pompen met een capaciteit van ca 50 m^3/s. Enerzijds heeft dit het voordeel dat er seriematig kan worden gewerkt, anderzijds is het samenstellen tot een capaciteit van enkele duizenden m^3/s een schaalsprong die nog niet in detail is bestudeerd. Vandaar de gehanteerde bandbreedte. Hier ligt een vraagstuk dat zeker meer aandacht verdient.
2. Ook voor de ramingen van de kosten voor de dijken geldt dat de bandbreedte zeer groot is. Ook hier wordt daarom aanbevolen de methoden om kosten te ramen verder te verbeteren.
3. Meer in het algemeen geldt dat de SSK-methode om kosten te ramen naar de mening van de 6 ingenieurs nog eens goed tegen het licht gehouden moet worden. Eigenlijk is het naar de mening van de ingenieurs alleen mogelijk een betrouwbare kostenraming te maken als er een concreet ontwerp ligt. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor de vervanging van de Maeslantkering na 2070, die nu op 1,1 miljard euro geraamd is. De ingenieurs verwachten dat dit aanzienlijk duurder wordt.

5 Effecten op de scheepvaart

5.1 Voorkeursstrategie

Ecorys heeft ten behoeve van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden voor Rijkswaterstaat in 2011, (in opdracht van Deltares) een methodiek opgesteld om scheepvaartkosten in te schatten. In 2012 is deze methode toegepast op 5 varianten van Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (Deltares, 2012). De varianten zijn destijds vergeleken op basis van 3 zichtjaren (2014, 2050, 2100) en 2 varianten voor economische groei, te weten Global Economy (GE) en Low Growth (LG). Daarnaast zijn 2 klimaatscenario's beschouwd in de uiteindelijke vergelijking in Contante waarde, te weten gematigd (G) en Warm + (W+). Op basis van onder andere deze onderzoeken is de zogenaamde Referentie+ variant als voorkeur naar voren gekomen. Dit is de voorkeursstrategie (VKS) van het DPRD.
Dezelfde methodiek is in 2014 ook gebruikt om een eerste versie van het Plan Sluizen door te rekenen (Deltares, 2014).

Deze aanpak is voor het voorliggende onderzoek ook gehanteerd. Er zijn wel aanpassingen doorgevoerd. Hierdoor wijken de resultaten in deze studie sterk af van eerdere onderzoeken. Aanpassingen zijn doorgevoerd ten aanzien van:

- Herziening passages: de aantallen passages in 2014 zijn, mede door betere meetmethodieken van het Havenbedrijf Rotterdam dan in 2010, op veel van de relevante telpunten fors hoger. Als gevolg daarvan zijn ook de prognoses voor 2050 fors afwijkend.
- Voor de verre toekomst (2100) is met een conservatievere groei gerekend dan in het verleden, waarbij er in het scenario Global Economy sprake is van stabilisatie na 2050 en in het scenario Low Growth zelfs sprake is van een forse afname van de scheepvaart (Van Dorsser, 2015). Het is voor het eerst dat zo ver vooruit (tot 2100) scenario's voor de scheepvaart zijn ontwikkeld. De onzekerheden zijn echter groot. Op basis van de WLO-scenario's kan niet verder vooruit worden gekeken dan 2050. Ook in de nieuwste set WLO-scenario's zit geen krimpscenario. Het Havenbedrijf Rotterdam zet dan ook grote vraagtekens bij de scenario's voor 2100.
- Sluitfrequenties van stormvloedkeringen zijn aangepast. In 2100 wordt rekening gehouden met 6,5 maal sluiten per jaar bij de Maeslantkering (48 uur per sluiting), voor de Hartelkering eveneens 6,5 maal per jaar (gedurende 48 uur per sluiting) en bij de Hollandsche IJsselkering wordt rekening gehouden met een gemiddelde van 65 (gedurende 24 uur) sluitingen per jaar in 2100. Dit ten gevolge van een zeespiegelstijging van 0,85 m waarop geanticipeerd wordt, zonder aanpassen van het sluitregime (deze aanname is ook gehanteerd in het Deltaprogramma).
- De methodiek voor effectberekening (OEI systematiek) is geactualiseerd en er zijn nieuwe, sterk afwijkende, kengetallen voor tijdwaardering beschikbaar. In voorgaande onderzoeken is gerekend met factorkosten van gemiddeld € 612 per uur voor de zeevaart en gemiddeld € 116 per uur voor de binnenvaart (excl. btw , prijspeil 2012). Dat is voor deze rapportage aangepast naar een Value of Time (VoT) van gemiddeld € 1.443 per uur voor zeevaart en € 352 voor binnenvaart (inclusief btw, prijspeil 2012). De in dit onderzoek gehanteerde VoTs en VoRs (Value of reliability) zijn omgerekend naar marktprijzen via gewogen gemiddelde percentages aan BTW per modaliteit (zeevaart 15%, binnenvaart 11%).
- In de eerdere berekeningen (2012 en 2014) werden de passagekosten voor binnenvaart door een rekenfout fors overgewaardeerd. Dit is nu bijgesteld.

Voor alle overige aspecten zijn dezelfde uitgangspunten gehanteerd als in het Deltaprogramma. Het gaat daarbij onder meer om de samenstelling van de vloot, gehanteerde modellen, stremmingen tijdens de bouw en verhaalreizen,

De scheepvaartkosten zijn in 3 stappen benaderd. Stap 1 is het vaststellen van het aantal scheepspassages per telpunt (sluis). Vervolgens worden de passagetijden per telpunt bepaald met modelsimulaties (stap 2). Ten slotte in stap 3 worden de kosten per telpunt bepaald en bij elkaar opgeteld. De resultaten zijn ontleend aan Ecorys, 2015.

Stap 1: Scheepspassages

De update voor het aantal jaarlijkse scheepspassages is in de onderstaande tabel terug te zien voor de voorkeursstrategie. Het Havenbedrijf Rotterdam heeft geen prognoses gemaakt voor de aantallen cruiseschepen, deze zijn daarom in de verdere analyse niet meegenomen. Het gaat echter om een beperkt aantal.

Sluis/Kering		2014	2050-GE	2050-LG	2100-GE	2100-LG
Maeslantkering	binnenvaart zeevaart	52 33	104 44	57 24	105 54	31 12
Nieuwe Maas t.h.v. Pernis (geen sluis in deze variant)	binnenvaart zeevaart	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.
Oude Maas t.h.v. Botlek (geen sluis in deze variant)	binnenvaart zeevaart	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.
Rozenburgsesluis	binnenvaart zeevaart	24 0	49 0	27 0	50 0	15 0
Hartelkering	binnenvaart zeevaart	70 0	173 0	94 0	174 0	52 0
Hollandsche IJsselkering	binnenvaart zeevaart	30 -	42 -	23 -	43 -	13 -
Volkeraksluis	binnenvaart zeevaart	115 0	152 0	73 0	153 0	40 0

*Tabel 5.1 Jaarlijkse scheepspassages per telpunt Referentie+ variant (aantallen * 1.000)*

Daar waar in de tabel 'N.v.t.' is genoemd, betekent dit dat de passages op dit telpunt voor deze variant niet relevant zijn omdat er op die locatie geen sluis of kering is en er daarom geen passagetijden en –kosten worden berekend.

Stap 2: Passagetijden

Met modelberekeningen zijn vervolgens de resulterende passagetijden bepaald.

Referentie+ variant (VKS)	aantal kolken	2050-GE	2050-LG	2100-GE	2100-LG
Rozenburgsesluis	1	46	29	46	27
Sluis Hollandsche IJssel *	1	140	32	142	27
Hartelsluis */**	1	450**	216	450**	42
Volkerak	4	58	27	61	24

Tabel 5.2 Passagetijd Referentie+ (VKS) variant (minuten)

Stap 3: Passagekosten

Vervolgens zijn de passagekosten voor de scheepvaart berekend, gebruik makend van de meest actuele kengetallen en MKBA richtlijnen omtrent o.a. BTW en het berekenen van de reistijdbetrouwbaarheid. Dat levert de volgende passagekosten per telpunt op.

	2050		G2100		W2100	
Sluis/Kering	**GE**	**LG**	**GE**	**LG**	**GE**	**LG**
Maeslantkering	€ 7 M	€ 4 M	€ 8 M	€ 2 M	€ 102 M	€ 26 M
Rozenburgsesluis	€ 14 M	€ 5 M	€ 14 M	€ 2 M	€ 14 M	€ 2 M
Hartelkering	€ 4 M	€ 1 M	€ 4 M	€ 0 M	€ 16 M	€ 1 M
Hollandsche IJsselkering	€ 1 M	€ 0 M	€ 1 M	€ 0 M	€ 8 M	€ 0 M
Subtotaal (excl. Volkeraksluis)	**€ 26 M**	**€ 10 M**	**€ 27 M**	**€ 5 M**	**€ 140 M**	**€ 29 M**
Volkeraksluis	€ 56 M	€ 13 M	€ 60 M	€ 6 M	€ 57 M	€ 6 M
Totaal	**€ 82 M**	**€ 22 M**	**€ 87 M**	**€ 11 M**	**€ 197 M**	**€ 35 M**

*Tabel 5.3 Passagekosten (€ * miljoenen) Referentie (VKS)+ cf de nieuwe methodiek*

5.2 Scheepvaartkosten Plan Sluizen

Conform dezelfde aanpassingen als onder paragraaf 5.1 vermeld zijn ook de passagetijden voor Plan Sluizen doorgerekend. Dezelfde stappen (1 t/m 3) als bij het bepalen van de scheepvaartkosten voor de voorkeursstrategie zijn doorlopen.

Stap 1: Update scheepspassages

Sluis/Kering		**2014**	**2050-GE**	**2050-LG**	**2100-GE**	**2100-LG**
Maeslantkering (vervalt in deze variant)	Binnenvaart Zeevaart	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.
Sluis Nieuwe Maas t.h.v. Pernis	Binnenvaart Zeevaart	149 24	212 30	115 17	213 37	63 8
Sluis Oude Maas t.h.v. Botlek	Binnenvaart Zeevaart	69 5	127 7	69 4	128 9	38 2
Rozenburgsesluis	Binnenvaart Zeevaart	65 0	170 0	93 0	171 0	51 0
Hartelkering (vervalt in deze variant)	Binnenvaart Zeevaart	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.
Hollandsche IJsselkering (vervalt in deze variant)	Binnenvaart Zeevaart	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.
Volkerak (vanaf 2025 zonder sluis)	Binnenvaart Zeevaart	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t.

*Tabel 5.4 Jaarlijkse scheepspassages per telpunt Plan Sluizen (aantallen * 1.000)*

N.B: uit de berekeningen in hoofdstuk 3 blijkt dat de Hollandse IJsselkering vanwege veiligheidsredenen niet kan vervallen. De kosten hiervan voor de scheepvaart worden verderop alsnog doorberekend.
Van de Volkeraksluizen is het onzeker of die kunnen vervallen. In het vervolg van de studie wordt dan ook gerekend met een variant met en zonder Volkeraksluizen.

Stap 2: Passagetijden

Plan Sluizen	aantal kolken	2050-GE	2050-LG	2100-GE	2100-LG
Sluis Nieuwe Maas	3 (waarvan 2 zeevaart)	29	22	49	14
Rozenburgsesluis + Sluis Oude Maas	5	54	19	57	17

Tabel 5.5 Passagetijd Plan Sluizen (minuten)

De passagetijden voor de zeevaartsluizen lijken in verhouding met bijvoorbeeld sluis IJmuiden kort. De sluizen worden echter voornamelijk gebruikt door binnenvaart, waardoor vaak met volle kolken geschut kan worden (check Ecorys).

Stap 3: Passagekosten
Vervolgens zijn de passagekosten voor de scheepvaart berekend, gebruik makend van de meest actuele kengetallen en MKBA richtlijnen omtrent o.a. BTW en het berekenen van de reistijdbetrouwbaarheid.

	2050		G2100		W2100	
Sluis/Kering	**GE**	**LG**	**GE**	**LG**	**GE**	**LG**
Sluis Nieuwe Maas t.h.v. Pernis	€ 61 M	€ 24 M	€ 110 M	€ 8 M	€ 107 M	€ 8 M
Sluis Oude Maas t.h.v. Botlek	€ 52 M	€ 10 M	€ 57 M	€ 5 M	€ 56 M	€ 5 M
Rozenburgsesluis	€ 57 M	€ 11 M	€ 60 M	€ 5 M	€ 59 M	€ 5 M
Totaal	**€ 170 M**	**€ 45 M**	**€ 227 M**	**€ 18 M**	**€ 221 M**	**€ 18 M**

*Tabel 5.6 Passagekosten (€ * miljoenen) Plan Sluizen cf de nieuwe methodiek*

5.3 Analyse Scheepvaartkosten

De Referentie+ (VKS) variant uit het Deltaprogramma fungeert in dit onderzoek als referentie (nul-alternatief) waartegen de effecten van het Plan Sluizen worden afgezet.

Per saldo leiden de verschillende actualisaties (correcties, actualisatie MKBA methodiek en kentallen, actualisatie scheepsprognoses, aanpassing variant; zie paragraaf 5.1) ertoe dat de passagekosten van het Plan Sluizen nog steeds hoger zijn dan in de Referentie+ (VKS), maar dat het verschil fors kleiner is dan eerder in het Deltaprogramma werd ingeschat. Dat geldt voor 2050, maar in nog veel sterkere mate voor 2100.

Onderstaande tabel geeft de impact weer van de verschillende actualisatiestappen ten opzichte van de berekeningen uit 2014.
Zoals eerder vermeld zijn de cijfers voor 2100 erg onzeker. Voor 2050 geldt dat minder. Voor de wijzigingen geldt dat in ieder geval de fout die in de rapportages van 2014 en 2012 zat, hersteld moet worden. Dit verklaart voor 2050 vrijwel volledig het verschil tussen de passagekosten in de rapportage van 2014 en deze studie.

Er zitten echter ook nog verschillen in als gevolg van de actualisatie van methodiek en kengetallen, prognoses van scheepvaartpassages en het eventueel laten vervallen van de Volkeraksluizen. Die drie vallen in 2050 min of meer tegen elkaar weg.

De cijfers van 2050 analyserend, lijkt een totaal bedrag van 88 miljoen euro aan de lage kant als dat wordt afgezet tegen de vermeden kosten bij de Volkeraksluizen (-59 miljoen, de Maeslantkering gaat in 2050 nauwelijks vaker dicht). Het sluiscomplex in de Oude Maas is qua aantallen scheepvaartbewegingen en qua grootte vergelijkbaar met de Volkeraksluizen. Het sluiscomplex in de Nieuwe Maas telt de helft meer scheepvaartpassages, waarvan een deel de aanzienlijk duurdere zeevaart betreft. In totaal zouden dus passagekosten verwacht mogen worden die minstens een factor 2 tot 3 hoger liggen dan de passagekosten voor de Volkeraksluizen. Bij de onzekerheden wordt hier verder op teruggekomen.

	2050		G2100		W2100	
	GE	LG	GE	LG	GE	LG
Passagekosten cf. rapportage 2014 (OUD)	€ 253	€ 71	€ 1.868	€ 151	€ 1.794	€ 110
Effecten van wijzigingen:						
- Correctie rapportage 2014	-€ 160	-€ 49	-€ 1.066	-€ 103	-€ 1.052	-€ 94
- Actualisatie MKBA methodiek en kengetallen	€ 164	€ 30	€ 1.075	€ 61	€ 945	€ 12
- Actualisatie prognoses scheepvaartpassages	-€ 111	-€ 16	-€ 1.674	-€ 96	-€ 1.550	-€ 26
- Aanpassing variant (verwijderen Volkeraksluizen + wijziging sluitfrequentie Maeslantkering)	-€ 59	-€ 14	-€ 63	-€ 7	-€ 113	-€ 20
Nieuwe passagekosten	€ 88	€ 22	€ 140	€ 7	€ 24	-€ 18

*Tabel 5.7: Extra jaarlijkse passagekosten Plan Sluizen ten opzichte van Referentie+ (VKS): wijzigingen ten opzichte van 2014 rapport (€ * miljoen); (Deltares, 2014)*

5.4 Conclusies

Op basis van de berekeningsresultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. De verschillen met de vorige berekeningen, waarin een eerdere versie van het Plan Sluizen werd doorgerekend, zijn aanzienlijk:
   a. De correctie rapportage 2014 (rekenfout) is ruim 1 miljard euro per jaar voor GE/W in 2100 (afname).
   b. De actualisatie van de MKBA-methodiek leidt voor hetzelfde scenario tot een aanpassing van de jaarlijkse passagekosten van bijna 1 miljard euro (toename).
   c. De actualisatie van de prognoses levert een verschil op van ruim 1,5 miljard euro (afname).

2. Alles bij elkaar zijn de verschillen tussen de cijfers van 2014 en 2015 zo groot, dat geconcludeerd kan worden dat de cijfers nog niet stabiel zijn. Het is dan ook lastig harde conclusies te trekken op basis van deze cijfers. Het zijn weliswaar de beste inzichten, maar op basis van deze cijfers moet geconcludeerd worden dat voor de extra passagekosten in 2100 geen betrouwbare uitspraak kan worden gedaan. De extra jaarlijkse passagekosten in het Plan Sluizen variëren tussen de 22 en 88 miljoen euro in 2050, en tussen de -18 en +140 miljoen euro in 2100. Het getal van -18 miljoen euro kan worden verklaard uit het feit dat in het Plan Sluizen de Volkeraksluizen worden verwijderd, de scheepvaart geen hinder meer heeft van een tegen het eind van de 21e eeuw vaker sluitende Maeslantkering en het aantal scheepvaartbewegingen in dit scenario sterk achterblijft bij de andere scenario's.
3. De cijfers van 2050 zijn relatief betrouwbaar, want deze zijn gebaseerd op de WLO-scenario's die tot 2040 lopen. Deze cijfers analyserend, lijkt een totaal bedrag van 88 miljoen euro aan extra passagekosten in het GE-scenario door de sluizen aan de lage kant, als dat wordt afgezet tegen de vermeden kosten bij de Volkeraksluizen (-59 miljoen euro per jaar). Het sluiscomplex in de Oude Maas is qua aantallen scheepvaartbewegingen en qua grootte vergelijkbaar met de Volkeraksluizen. Het sluiscomplex in de Nieuwe Maas telt de helft meer scheepvaartpassages, waarvan een deel de aanzienlijk duurdere zeevaart betreft. In totaal zouden dus passagekosten verwacht mogen worden die minstens een factor 2 tot 3 hoger liggen dan de passagekosten voor de Volkeraksluizen.
4. Het verwijderen van de Volkeraksluizen levert winst op voor de scheepvaart. Hiervoor zijn in ieder geval extra infrastructurele maatregelen nodig in de omgeving van het Volkerak-Zoommeer om de afwatering vanuit West-Brabant mogelijk te houden. Tevens moet onderzocht worden in hoeverre het verwijderen van de Volkerak-sluizen past in het internationale scheepvaartverdrag met België. Hierin is afgesproken dat de Schelde-Rijnverbinding slechts een beperkt getijverschil mag hebben, tussen de -1,0m en +0,5m NAP.

5.5 Gevoeligheidsanalyses scheepvaartkosten

De volgende gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd ten aanzien van de eerder vermelde berekeningen.

- Effecten havenconcurrentiepositie.
- Onzekerheden.

5.5.1 Effecten havenconcurrentiepositie

Extra reistijd voor de binnenvaart kan van invloed zijn op de concurrentiepositie van de Rotterdamse haven. Het containersegment is het meest gevoelig voor veranderingen in kosten en er treden in de praktijk ook het vaakst verschuivingen tussen havens op. Andere segmenten zoals natte of droge bulk zijn veelal sterker verbonden aan een bepaalde haven en zijn alleen kwalitatief meegenomen in de analyse (zie het einde van deze paragraaf). In de gevoeligheidsanalyse is alleen gefocust op containervervoer. Voor het Plan Sluizen, exclusief verwijderen van de Volkeraksluizen, levert dit als jaarlijks economisch effect op de Rotterdamse haven een verlies van zo'n 3 tot 31 miljoen Euro op. Het verwijderen van de Volkeraksluizen levert een tijdsbesparing op die weer gunstig uitwerkt, waardoor het netto effect uitkomt op 3 tot 30 mln.

		GE-scenario 2050	LG-scenario 2050	GE-scenario 2100	LG-scenario 2100
Excl. Verwijderen Volkerak	Effect in TEU's % marktaandeel	310.000- -0,65%	30.000- -0,22%	325.000- -0,68%	15.000- -0,12%
Incl. verwijderen Volkerak	Effect in TEU's % marktaandeel	295.000- -0,62%	30.000- -0,21%	310.000- -0,65%	15.000- -0,11%

Tabel 5.8 Effect van sluiscomplexen Spaargaren-variant in TEU's en % marktaandeel voor Rotterdamse haven

De modal shift van binnenvaart naar weg- of railtransport is gering (maximaal 0,2% verschuiving voor Rotterdam en maximaal 0,1% verschuiving voor de andere havens). Dit heeft te maken met het feit dat de binnenvaart op de meeste routes waarop zij containers vervoert ook met sluizen een concurrentievoordeel ten opzichte van de andere vervoerwijzen houdt. Verschuivingen treden met name op bij routes waarop het concurrentievoordeel zonder sluizen al klein is.

Voor de natte en droge bulk geldt dat er geen goede analyses beschikbaar zijn, maar de inschatting is dat de effecten klein zijn omdat deze activiteiten sterk gebonden zijn aan de haven. Hier zal dus niet snel een verschuiving tussen havens plaatsvinden. Wel zal het rendement van de betrokken bedrijven wellicht iets afnemen omdat de kosten licht stijgen. Het is de vraag of dit kan worden doorberekend aan de klant.

5.5.2 *Onzekerheden*

Omdat de verwachte effecten met grote onzekerheid omgeven zijn, is gerekend met zowel een hoog als een laag economisch scenario, en voor 2100 ook met een hoog en een laag klimaatscenario. Desalniettemin kunnen effecten verkeerd geschat zijn en daarom zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd voor:

- De passagetijden
- De reistijdwaardering
- De prognoses over het aantal zeeschepen dat de sluizen in de Nieuwe Maas zal passeren

De resultaten van deze analyses zijn als volgt.

	2500		G2100		W2100	
	GE	LG	GE	LG	GE	LG
Basis aannames	**€ 88**	**€ 22**	**€ 140**	**€ 7**	**€ 24**	**-€ 18**
Verandering ten opzichte van basis aannames:						
- passagetijden +33%	€ 32	€ 9	€ 50	€ 3	€ 42	€ 3
- passagetijden -33%	-€ 32	-€ 9	-€ 50	-€ 3	-€ 42	-€ 3
- kostprijzen +33%	€ 29	€ 7	€ 46	€ 2	€ 8	-€ 6
- kostprijzen -33%	-€ 29	-€ 7	-€ 46	-€ 2	-€ 8	€ 6
- zeevaart oostelijke havens -25%	-€ 6	-€ 2	-€ 12	-€ 1	-€ 11	-€ 1

*Tabel 5.9 Gevoeligheidsanalyse extra passagekosten Plan Sluizen ten opzichte van Referentie+ (VKS) (+ = hogere kosten, - = lagere kosten) (€ * mln)*

Ten opzichte van de grote wijzigingen als gevolg van een correctie van een fout, de actualisatie van methodiek en kengetallen en de prognoses van scheepvaartpassages (zie paragraaf 5.1 en tabel 5.7), is dit echter marginaal.

5.6 Aanbevelingen

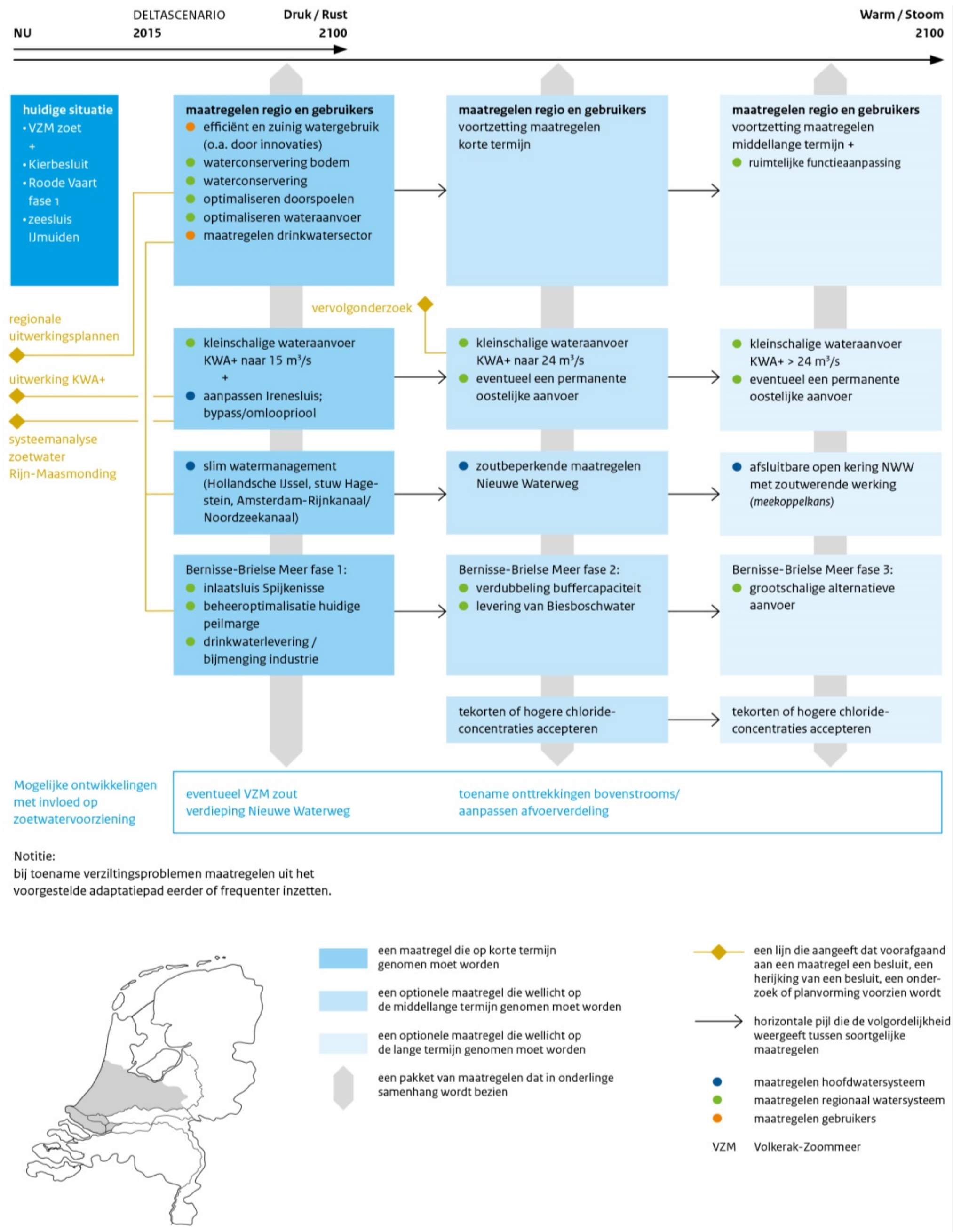
Gezien de grote onzekerheden in de kostenkentallen en de grote verschillen met eerder onderzoek in het kader van het Deltaprogramma wordt aanbevolen vervolgonderzoek te doen naar de extra jaarlijkse passagekosten voor de scheepvaart in 2100, zowel in de voorkeursstrategie als in het Plan Sluizen.

6 Effecten op overige functies

6.1 Zoetwater

6.1.1 Voorkeursstrategie Deltaprogramma

Het Deltaprogramma Zoetwater heeft een strategie met adaptatiepaden voorgesteld zoals verbeeld in figuur 6.1 (Deltaprogramma, 2014a).



Figuur 6.1 Strategie voor zoetwateraanvoer in West Nederland zoals voorgesteld door Deltaprogramma Zoetwater

De strategie voor zoetwater in West-Nederland is beschreven in DP2015 en in het synthesedocument voor zoetwater (Deltaprogramma, 2014a). Hierin staat ook de onderbouwing die daarvoor is gebruikt. Het synthesedocument gaat tevens uitvoerig in op verschillende opties die in het proces naar de Deltabeslissing zijn afgevallen.

6.1.2 *Maatregelen en kosten voorkeursstrategie*

In de voorkeursstrategie voor zoetwater zijn tot 2021 de volgende maatregelen voorzien:

- Maatregelen in regionale systemen: 27,5 M€
- KWA+ fase 1 (uit Deltafonds): 40 M€
- Aanpassen Irenesluis (uit Deltafonds): 3 M€
- Optimaliseren Bernisse (3/4 uit Deltafonds): 2 M€

Omdat deze kosten voor 2021 worden gemaakt, wordt er vanuit gegaan dat deze ook in Plan Sluizen (met realisatie in 2040) worden uitgevoerd.

Fase 1 van de kleinschalige wateraanvoer (KWA), waarbij de Kleinschalige Wateraanvoer (KWA) wordt uitgebreid tot 15 m^3/s, is geraamd op 40 M€ aan investeringen (Deltaprogramma, 2014a, Stratelligence, 2014). Bijkomende kosten voor beheer en onderhoud belopen 0,4 M€/jaar en de kosten van inzet zijn geraamd op 0,3 M€ (eens per 8 jaar).

In fase 2 zou de KWA kunnen worden vergroot tot 24 m^3/s. Dan is aanvullend een investering nodig die geschat is op 45 miljoen euro, met een bandbreedte van 15 M€ (dus 30 tot 60 M€). De verwachting is dat deze uitbreiding pas op middellange of lange termijn nodig is (Deltaprogramma, 2014a). Desondanks is wel alvast een reservering in het Deltafonds opgenomen voor het geval de uitbreiding toch op korte termijn nodig is.

Voor het Plan Sluizen wordt aangenomen dat de investering in fase 2 van de KWA+ overbodig wordt. Daarmee is het bedrag van 45 M€ dus een vermeden uitgave, en kan dit worden toegevoegd aan de baten van het Plan Sluizen.

De extra beheer- en onderhoudskosten van fase 2 van de KWA+ worden geschat op 0,3 tot 0,9 M€/jaar, en de extra kosten van inzet op 0,3 M€ (eens per 2 tot 8 jaar, afhankelijk van het klimaatscenario). Genoemde kosten zijn exclusief aanpassing van de Irenesluis die is geraamd op 3 tot 6 M€.

In het Deltaprogramma is ook bepaald welke schade vermeden wordt door genoemde investeringen. De vermeden schades zijn ongeveer even groot als genoemde investeringen.

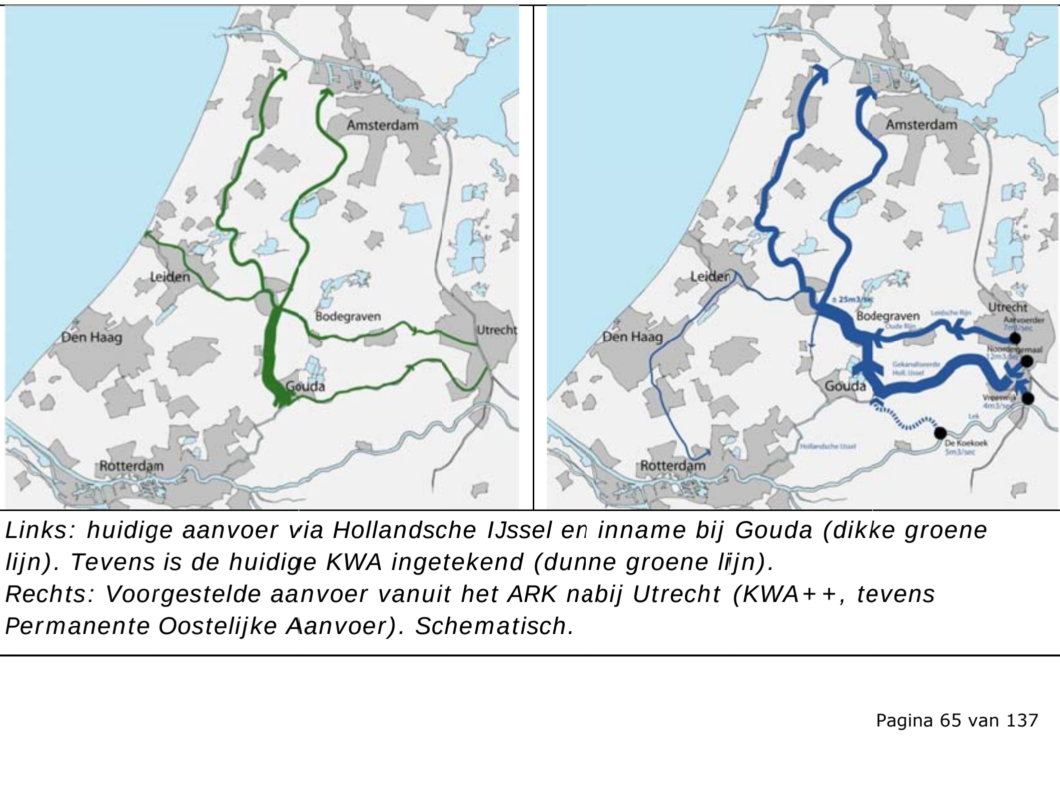
Als fase 2 wordt gerealiseerd, bestaat ook de mogelijkheid om deze route permanent in te zetten, dan ontstaat de zogenaamde Permanente Oostelijke Aanvoer. Onder meer het Wereldnatuurfonds heeft hier ideeën voor ontwikkeld.
In onderstaand kader wordt een korte toelichting gegeven op de plannen.

Permanente Oostelijke Aanvoer

Natuurorganisaties willen graag zo veel mogelijk estuariene dynamiek in het Haringvliet. De Kier in de Haringvlietdam biedt daarvoor enige ruimte, maar het nu voorgestelde beheerprogramma van de Kier wordt begrensd door de manier waarop het "Groene Hart" van water wordt voorzien: via een innamepunt bij Gouda. Bij lagere rivierafvoeren (< 1500 m^3/s Bovenrijn) moet alle water van Rijn en Maas via de Nieuwe Waterweg worden gevoerd om dat innamepunt zoet te houden. Dat betekent dat de Kier grote delen van het jaar gesloten zal moeten blijven omdat er anders te veel zoet water van Rijn en Maas via de Kier weglekt naar zee en Gouda (eerder) verzilt.

Gezien het bovenstaande is de veronderstelling dat het ecologische rendement van de Kier kan worden vergroot als Gouda niet zoet hoeft te blijven. In de aanvoer van zoetwater naar het Groene Hart wordt dan voorzien door de Permanente Oostelijke Aanvoer. Deze POA is in grote lijnen de aanvoerroute die ook wordt benut door de Kleinschalige Water Aanvoer (KWA). De capaciteit van deze KWA zal sowieso tot 15 m^3/s worden verhoogd in het kader van het Deltaprogramma, en op termijn wellicht nog eens tot 24 m^3/s (fase 2). Het verschil tussen POA en deze KWA+ is dat de KWA+ alleen in noodsituaties wordt gebruikt (nl. als Gouda verzilt) en de POA ook in reguliere situaties (de POA wordt dan dé reguliere aanvoerroute voor zoetwater naar HDSR, Rijnland, en deels Schieland en Delfland). Het volume van de POA hoeft daarvoor ook niet groter te zijn dan de KWA+. Wel zijn er extra kosten voor inzet. Voor de KWA++ is voorzien dat die eens in de 2 tot 8 jaar wordt ingezet, wat per keer (voor een periode van 4 tot 8 weken) een kostenpost betekent van 0,3 M€. Bij een permanente inzet wordt dit bedrag aanzienlijk hoger, en wellicht zijn er ook extra infrastructurele maatregelen nodig om de overlast voor andere functies te beperken.

Het uitbreiden van de kleinschalige wateraanvoer (KWA) tot een permanente aanvoerroute is niet direct nodig voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland. De KWA+ is robuust genoeg (zie ook de resultaten van de stresstest). Maar er zijn wellicht wel kansen voor veiligheid, natuur, economie en scheepvaart. Deze optie wordt in de voorkeursstrategie daarom opengehouden, ook na 2050. De komende jaren worden de voor- en nadelen van deze optie door het programmabureau Zoetwater verder onderzocht.



Links: huidige aanvoer via Hollandsche IJssel en inname bij Gouda (dikke groene lijn). Tevens is de huidige KWA ingetekend (dunne groene lijn).
Rechts: Voorgestelde aanvoer vanuit het ARK nabij Utrecht (KWA++, tevens Permanente Oostelijke Aanvoer). Schematisch.

6.1.3 *Plan Sluizen*

In het Deltaprogramma is het bouwen van een dam met zeesluizen in de Nieuwe Waterweg om de zoutindringing tegen te gaan afgevallen op basis van een economische analyse (Ecorys, september 2013, p 65). Het aanleggen van een dam in de Nieuwe Waterweg lost het tekort voor de regio West-Nederland in een 1/10 en 1/100 droogtejaar volledig op, in 2100 bij scenario W+. Hetzelfde geldt echter voor de uitbreiding van de kleinschalige wateraanvoer (KWA) tot 24 m^3/s. Beide varianten zorgen dus, conform de doelstellingen van het Deltaprogramma, voor een robuuste zoetwatervoorziening. Wel zal er in de variant met sluizen meer zoetwater beschikbaar zijn, maar ook in het droogste KNMI'14 klimaatscenario is er bij de Voorkeursstrategie voldoende water.

Investeringen in de KWA zouden met afsluiting van Oude en Nieuwe Maas dus gedeeltelijk of misschien zelfs geheel vermeden kunnen worden. Hierbij moet wel worden aangetekend dat minstens de helft van de investeringen al voor 2021 gepland zijn, dus voordat Plan Sluizen te realiseren is.

Bij het voorgaande worden twee opmerkingen gemaakt. In de eerste plaats gaat het bij zoetwatervoorziening niet alleen om chloride. Ook andere kwaliteitsparameters (bijv. de temperatuur van het water) zijn relevant voor het zoetwatervraagstuk. Door het afsluiten van de Nieuwe Waterweg ontstaat (aan beide zijden) een stuk meer (semi) stagnant oppervlaktewater. Wat daarvan de consequenties zijn voor de waterkwaliteit in brede zin (dus niet alleen chloride) en de ecologie is tot nu toe niet onderzocht. Wellicht moeten de lozingseisen voor emissies worden aangescherpt en heeft afsluiting van de Nieuwe Maas impact op het koelsysteem van bedrijven omdat deels de eigen koelwaterpluim weer wordt ingetrokken. Er zijn in dit gebied diverse bedrijven die koelwater en/of verontreinigende stoffen lozen op het oppervlaktewater.

Ten tweede wordt opgemerkt dat het afsluiten met sluizen lokaal en regionaal een aantal gevolgen heeft. Zo zal de chlorideconcentratie in de Nieuwe Waterweg toenemen, waardoor meer externe verzilting ontstaat in Delfland en het gebied van Hollandse Delta. Daar staat weer tegenover dat de Lek gegarandeerd zoet blijft, wat weer positief is voor een aantal drinkwateronttrekkingen. Dit soort aspecten zijn in deze studie niet meegenomen, De effecten ervan zijn ook zodanig, dat dit geen invloed zal hebben op de eindconclusies van dit onderzoek.

6.1.4 *Resultaten Stresstest*

Zoals toegezegd in het Algemeen Overleg Waterkwantiteit van 11 juni 2014 is een stresstest zoetwatervoorziening uitgevoerd waarin de cumulatieve effecten van een aantal ontwikkelingen op de zoetwateropgave zijn onderzocht (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015). Er zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd voor drie fysieke ingrepen:

- het zout maken van het Volkerak-Zoommeer,
- verdieping van de Nieuwe Waterweg tot -16,30 NAP,
- en de aanleg van een nieuwe zeesluis bij IJmuiden.

Tevens is gerekend met de situatie dat het beregend landbouwareaal in 2050 twee maal zo groot zou zijn als tot nu toe is aangenomen.
De uitgevoerde studie (Deltares, 2015a) laat zien dat de driebovengenoemde fysieke ingrepen leiden tot extra verziltingsdruk, maar dat het Deltaplan Zoetwater voldoende maatregelen bevat om bij uitvoering van deze drie ingrepen de zoetwatervoorziening aan het regionale watersysteem op het huidige niveau te

houden. Daartoe zullen enkele zoetwatermaatregelen uit het adaptatiepad wel vaker of eerder moeten worden ingezet.
Een verdubbeling van het beregend landbouwareaal zou op lange termijn aandacht kunnen vragen, maar geeft zeker voor de komende jaren geen aanleiding tot aanpassing van het Deltaplan. Bij een zout Volkerak-Zoommeer is het nodig om maatregelen uit het Deltaplan eerder in te zetten. Hier is rekening mee gehouden bij de maatregelen van de Rijksstructuurvisie Grevelingen Volkerak-Zoommeer om bij een zout Volkerak-Zoommeer de zoetwatervoorziening in het omliggende gebied op orde te houden. In de tweede helft van deze eeuw zal bij extreme klimaatverandering in uitzonderlijke situaties de zoetwatervoorziening via het Brielse Meer langdurig onder het hoogwaardige niveau voor industrieel gebruik kunnen dalen. Door het zout maken van het Volkerak-Zoommeer zal deze situatie zich eerder voordoen. Het Deltaplan Zoetwater bevat maatregelen waarmee die beschikbaarheid van hoogwaardig zoetwater behouden kan blijven.

De stresstest geeft geen aanleiding tot aanpassing van het in het Deltaprogramma voorgestelde maatregelenpakket, hooguit tot het versneld uitvoeren van onderdelen.

6.1.5 *Conclusies zoetwater*

Op basis van de vergelijking van de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma en het Plan Sluizen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Zowel met de voorkeursstrategie als met het Plan Sluizen kan een robuuste zoetwatervoorziening worden gerealiseerd, conform de doelstellingen van het Deltaprogramma en het Nationaal Waterplan.
- Een robuuste zoetwatervoorziening is in het geval van het Plan Sluizen een positief neveneffect. Hiervoor hoeft niet extra te worden geïnvesteerd.
- Omdat de kosten voor de eerste uitbreiding van de KWA naar 15 m^3/s voor 2021 worden gemaakt, wordt er vanuit gegaan dat deze ook in Plan Sluizen (met realisatie in 2040) worden uitgevoerd.
- Voor het Plan Sluizen wordt aangenomen dat de investering in de uitbreiding van fase 2 van de KWA+ overbodig wordt. Het daarmee gemoeide bedrag van 45 M€ is dus een vermeden uitgave, en kan worden toegevoegd aan de baten van het Plan Sluizen.
- Het uitbreiden van de kleinschalige wateraanvoer (KWA) tot een permanente aanvoerroute is in de voorkeursstrategie niet direct nodig voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland. De KWA+ is robuust genoeg (zie ook de resultaten van de stresstest). Maar er zijn wellicht wel kansen voor veiligheid, natuur, economie en scheepvaart. Deze optie wordt in de voorkeursstrategie daarom opengehouden, ook na 2050. De komende jaren worden de voor- en nadelen van deze optie door het programmabureau Zoetwater verder onderzocht.
- De Permanente Oostelijke Aanvoer is ook in het Plan Sluizen overbodig, omdat door de dam in de Nieuwe Maas de Hollandsche IJssel (en daarmee het innamepunt bij Gouda) niet meer kan verzilten.

6.2 Ruimtelijke ontwikkeling buitendijks

In het Rijnmond-Drechtstedengebied vinden veel buitendijkse activiteiten plaats. Er wonen circa 64.000 inwoners in de huidige situatie, mogelijk groeiend naar 100.000 in de toekomst. Een groot deel van de (chemische) industrie van het Europoortgebied ligt buitendijks. Veranderingen in de configuratie van het systeem waarbij er een gecontroleerdere situatie achter de sluizen ontstaat zou een positief effect kunnen hebben op mogelijke ontwikkelingen in het buitendijkse gebied.

Daarnaast beïnvloedt het Plan Sluizen de schade die te verwachten valt in het buitendijkse gebied (paragraaf 6.3).

Momenteel is er geen duidelijk kwantitatief onderzoek beschikbaar op basis waarvan verschillen tussen varianten kunnen worden bepaald. Hier kan in het vervolg van dit onderzoek meer aandacht aan besteed worden. Gemeentes geven nu al wel aan dat Ruimtelijke ontwikkeling buitendijks ook goed mogelijk is zonder afsluiting (heeft zelfs meerwaarde). Spaargaren c.s. geven aan dat zij er van overtuigd zijn dat afsluiting ook financieel veel voordeel heeft vanwege veel betere buitendijkse ontwikkelingsmogelijkheden.

Op basis van kwalitatieve expertkennis komt naar voren dat de invloed van waterveiligheid op de waarde van de buitendijkse gebieden in de Rijnmond-Drechtsteden en de voorwaarden voor de transformatie van oude havengebieden een klein aspect is. De impact van duurzaamheid, economische groei, globalisering, ontwikkeling van de Rijnmond-Drechtsteden zullen veel doorslaggevender zijn. Wel zal de keuze tussen de VKS of Plan Sluizen van grote invloed zijn hebben op het karakter en imago van het gebied.

Over het algemeen is er een tendens waarbij de havenactiviteiten meer naar het westen trekken (het stedelijke gebied uit) (Defacto 2015).

In de **VKS** wordt hierop ingespeeld door het gebied adaptief klimaatbestendig en waterrobuust in te richten, waarbij er zo min mogelijk extra schade en slachtoffers te verwachten zijn in het buitendijkse gebied. Daarbij is er bijzondere aandacht voor vitale functies zoals bijvoorbeeld chemische industrie. Onderdelen van de strategische adaptatieagenda zijn concrete schadebeperkende maatregelen, gecombineerd met risicocommunicatie en rampenplannen (Deltaprogramma Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie, 2015). Op een gegeven moment zal (locatie specifiek) een knikpunt worden bereikt, waarbij lokale maatregelen niet meer voldoen. Er zal dan een collectieve waterveiligheidsinterventie, zoals het inpolderen van het betreffende buitendijks gebied, of een watersysteeminterventie nodig zijn, zoals vervanging Maeslantkering of Ruimte voor de Riviermaatregel.

In transformatiegebieden (Stadswerven, Dordrecht en Stadshavens, Rotterdam) wordt sterk ingezet op water als gebiedskwaliteit voor nieuwe woningen. Dit kan een meerwaarde opleveren voor het gebied. De havenactiviteiten van de Rijnmond-Drechtsteden strekken zich geografisch uit van de Tweede Maasvlakte tot aan de Moerdijk en zijn verantwoordelijk voor het functioneren van het achterland (Deltaprogramma, 2014d). Het grootste deel van de industrie ligt echter op hoog gelegen grond, de Botlek is hier wel een aandachtspunt. De levensduur van opstal ligt bij industrie veel lager dan bij woningen. Nieuwe industrie zal zich zo beter adaptief kunnen ontwikkelen aan stijgend waterpeil dan woongebied. Hier vallen in de VKS dus geen grote veranderingen te verwachten.

De uitvoering van **Plan Sluizen** zal de situatie in het buitendijkse gebied van de Rijnmond Drechtsteden veranderen. Oostelijk gelegen gebieden voornamelijk ten goede, maar ten westen van de afsluiting zal bij afwezigheid van de Maeslantkering de schade bij hoogwater toenemen.

Lokale, adaptieve maatregelen om schade en overlast van hoogwater te beperken zullen ten oosten van de afsluiting niet of minder snel nodig zijn bij uitvoering van Plan Sluizen. Het wel of niet uitvoeren van deze kleine maatregelen zal geen significant verschil maken voor de ruimtelijke kwaliteit van het gebied.

Uitvoering van Plan Sluizen biedt een aantal voordelen voor het gebied. Zo krijgt de rivier mogelijk een grotere recreatieve betekenis voor de Rijnmond-Drechtsteden. De eventuele afname van het aantal (grote) schepen op de rivier brengt mogelijkheden voor pleziervaart en watersport. Een meer beheerst waterpeil zou het ook mogelijk kunnen maken om het binnenstedelijke water te verbinden met de rivier. De aanleg van een afsluiting ter plaatse van de Beneluxtunnel biedt mogelijkheden voor regionale infrastructuur tussen Rotterdam Noord en Zuid.

Het Plan Sluizen kan nadelig werken voor bijvoorbeeld de Cruiseschepen (een impuls voor het toerisme in Rotterdam) die niet meer aanmeren langs de Kop van Zuid vanwege de capaciteit van de sluis.
Het verdwijnen van de open verbinding met zee zou een negatief effect kunnen hebben op het vestigingsklimaat voor industrie en daarmee op de waarde van de industriële grond, maar ook op de werkgelegenheid. Vóór de zeesluis zullen, door een plotse toename van de kans op hoogwaterstanden, eenmalig forse investeringen nodig zijn om de industrie te beschermen tegen overstromingen, zeker omdat de externe veiligheidsnormen scherper zijn dan de waterveiligheidsnormen. Bij de uitvoering van de VKS zal het gebied zich geleidelijk aanpassen aan het stijgende waterpeil.

6.3 Overstromingsschade

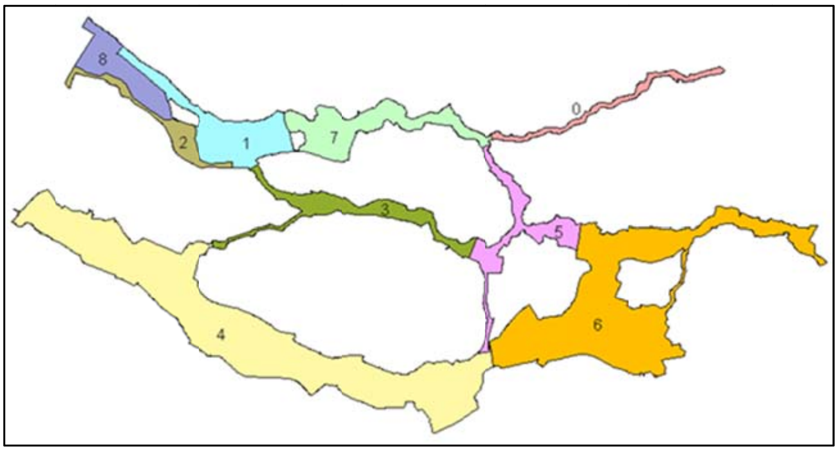
De buitendijkse gebieden in de RijnMaasmonding zijn kwetsbaar voor overstromingen. Ook onder MHW-niveau kunnen ze onderlopen. In de huidige situatie gebeurt dat regelmatig, de laagste gebieden soms zelfs om de paar jaar of vaker. Zowel bij de Voorkeursstrategie als bij het Plan Sluizen gaat de frequentie waarmee deze buitendijkse gebieden onderlopen veranderen. En daarmee verandert ook de potentiële schade. In bijlage 6 is een uitgebreidere analyse gegeven van de verschillende opties. In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven. De methode waarmee deze kosten zijn bepaald wordt beschreven in HKV, 2015c. Vanwege het quickscan karakter van de studie (HKV, 2015c) waarin de gevolgen in beeld zijn gebracht, is het echter de vraag hoe betrouwbaar deze cijfers zijn. Gerekend is met de officiële versie van HIS-SSM, waarmee ook in het Deltaprogramma is gerekend. In het Deltaprogramma is echter ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij de kosten voor industriële complexen anders worden berekend. Die liggen aanzienlijk hoger. In een vervolgonderzoek zou hier nader naar gekeken kunnen worden.
Hoewel het systeem met een afsluiting een beter controleerbare situatie oplevert zullen ook daar (voornamelijk tijdens hoge afvoeren) sprake zijn van aanzienlijke inundaties bij hoogwater. Door de grote schade bij het Botlekgebeid, wat buiten de sluizen is gelegen, is de uiteindelijk te verwachten schade in het Plan Sluizen (totaal afgerond 1700 M€ bij een 1/1000 situatie) groter dan in de voorkeursstrategie (totaal afgerond 1000 M€ bij een 1/1000 situatie). Daar is de grootste overstromingsschade meer landinwaarts voorzien bij Rotterdam/Dordrecht.

Als deze schade daadwerkelijk op zou treden, zijn relatief goedkope maatregelen mogelijk om dit te voorkomen. Te denken valt aan kleine kades of aanpassing van de begane grond, of ophoging bij herinrichting van het industrieterrein. Chemische fabrieken kennen meestal een levensduur van niet meer dan enkele tientallen jaren. In de tijdshorizon van de huidige studie kunnen daar verstandige keuzes in gemaakt worden die grote schade voorkomen.

De gevolgschade in buitendijkse gebieden in de voorkeursstrategie en het Plan Sluizen worden in de studie (HKV, 2015c) als volgt opgesomd. De schade is een som van de schade (tabel 6.1) in de verschillende deelgebieden (Figuur 6.2).

	Huidig beheer		VKS		Plan Sluizen	
Frequentie	**Opp.**	**Schade**	**Opp.**	**Schade**	**Opp.**	**Schade**
1/10	1452 ha	517 M€	1446 ha	511 M€	1337 ha	621 M€
1/100	1863 ha	696 M€	1824 ha	657 M€	1912 ha	1197 M€
1/1000	2675	1609 M	2264 ha	1009 M€	2221 ha	1703 M€

Tabel 6.1 Oppervlakte geïnundeerd buitendijks gebied en de bijbehorende te verwachten schade bij verschillende schades (HKV, 2015c)



Figuur 6.2 Indeling van het Benedenrivierengebied in deelgebieden t.b.v. bepaling van schade in buitendijkse gebieden a.g.v. inundatie (HKV, 2015c).

Traject 0 – Lek
Traject 1 - Rotterdam benedenstrooms van de geplande sluizen
Traject 2 – Hartel-/Callandkanaal
Traject 3 – Oude Maas
Traject 4 – Haringvliet/Hollands Diep
Traject 5 – Dordrecht
Traject 6 – Merwede
Traject 7 - Rotterdam bovenstrooms van de sluizen
Traject 8 – Rozenburg/Europoort – Hoek van Holland

In tabel 6.2, 6.3 en 6.4 zijn de resultaten van de schadeberekening weergegeven. In de eerste tabel staat het buitendijks areaal dat overstroomd eens per 10, 100 en 1000 jaar. Uit tabel 6.2 blijkt dat in alle deelgebieden voor alle herhalingstijden het overstroomd areaal aanzienlijk afneemt door uitvoering van het Plan Sluizen, behalve in deelgebied 1 (het Botlekgebied, 1e en 2e Petroleumhaven).

	deelgebied	oppervlak (ha)		
1/10 jaar		voorkeurstrategie	huidig beheer	plan sluizen
	0	70	70	52
	1	13	13	450
	2	4	4	0
	3	77	77	31
	4	267	267	197
	5	94	96	32
	6	779	779	567
	7	138	142	4
	8	4	4	4
1/100 jaar				
	0	72	72	68
	1	29	30	678
	2	106	106	0
	3	90	90	64
	4	280	280	231
	5	140	145	59
	6	879	880	779
	7	206	238	10
	8	22	22	23
1/1000 jaar				
	0	73	73	69
	1	46	96	747
	2	199	199	0
	3	104	126	71
	4	295	296	271
	5	201	207	94
	6	921	925	902
	7	374	702	19
	8	51	51	48

Tabel 6.2: *Resultaat van de schade-berekening: het overstroomd areaal in de buitendijkse gebieden, geaggregeerd per deelgebied in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm*[1].

In de gebieden achter de dammen in Nieuwe en Oude Maas neemt het overstroomt areaal met ruim 60% af ten opzichte van de voorkeursstrategie. Daar tegenover staat dat het areaal in deelgebied 1 (zie figuur 6.4) eens per 10 jaar al aanzienlijk onder water komt te staan. Bij realisatie van het Plan Sluizen moet dit gebied anders worden ingericht. Installaties moeten hoger worden aangelegd, verdedigd worden tegen overstromen of bestand tegen overstromingen zijn. Van het overstroomd areaal zijn ook kaarten beschikbaar waarin voor eens per 10, 100 en 1000 jaar de waterdiepte wordt weergegeven. Deze kaarten zijn gemaakt voor het Plan Sluizen, de voorkeursstrategie en het huidig beheer in zichtjaar 2100 bij klimaatscenario Stoom/Warm.

In tabel 6.3 staat de (economische) gevolgschade die in het buitendijks gebied eens per 10, 100 en 1000 jaar optreedt (bepaald met HIS-SSM).

[1] Eens per 100 jaar neemt het overstroomd areaal langs het Calandkanaal iets toe (1 ha) bij uitvoering van het Plan. Deze wijziging is niet significant en valt binnen de nauwkeurigheid van de analyse en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

	deelgebied	schade per deelgebied per variant (10^6 Euro)		
1/10 jaar		voorkeurstrategie	huidig beheer	plan sluizen
	0	12	12	3
	1	20	20	510
	2	0	0	0
	3	4	4	1
	4	18	18	9
	5	36	36	12
	6	168	168	84
	7	254	259	2
	8	1	1	0
1/100 jaar				
	0	15	15	12
	1	27	29	966
	2	27	27	0
	3	5	5	2
	4	21	21	13
	5	55	61	18
	6	204	205	172
	7	295	326	4
	8	7	7	10
1/1000 jaar				
	0	17	17	15
	1	36	61	1376
	2	81	81	0
	3	6	6	3
	4	29	30	19
	5	125	138	35
	6	226	226	218
	7	458	1019	6
	8	31	31	32

Tabel 6.3: Resultaat van de schade-berekening: de economische gevolg-schade in buitendijkse gebieden, geaggregeerd per deelgebied in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm (exclusief Landbouw en Extensieve Recreatie).

Gekozen is om de schade te presenteren exclusief de gebruikscategorie Landbouw en Extensieve Recreatie, omdat langs het Haringvliet nogal wat recreatie terreinen liggen, waarbij met de inrichting rekening is gehouden met geringe overstromingen. In de schadefuncties van HIS-SSM wordt geen rekening gehouden met deze aangepaste inrichting. De gevolg-schade geeft hetzelfde beeld als het overstroomd areaal. Namelijk, bij uitvoering van Plan Sluizen neemt in alle deelgebieden de schade aanzienlijk af behalve in deelgebied 1. Daar waar het overstroomd areaal in de overige gebieden met ruim 60% af neemt, neemt de schade in de overige gebieden met ruim 30% af ten opzichte van de voorkeursstrategie.

De grootste schade in de **VKS** ontstaat in de gebieden 6 en 7, (deze gebieden nemen ongeveer 70 tot 80% van de schade voor hun rekening. In gebied 6 gaat het om een vrij groot areaal dat kan inunderen, in gebied 7 gaat het om relatief kleine geïnundeerde gebiedjes met hoge waarde (Heijplaat, Katendrecht c.a.).



Figuur 6.3 Inundatiediepte buitendijks gebied in de voorkeursstrategie bij een frequentie van 1/1000 per jaar (HKV, 2015c)

In **Plan Sluizen** ontstaat veruit de grootste schade (Figuur 6.4) in gebied 1 (Botlek en Vondelingenplaat), ongeveer 80% van de totale schade. Dit gebied ligt ten westen van de afsluiting in de Nieuwe en Oude Maas in Plan Sluizen. In gebied 7 neemt de schade in Plan Sluizen met orde van grootte een factor 100 af ten opzichte van de voorkeursstrategie. De buitendijkse inundaties in gebied 6, met daaruit voorvloeiende schade wijzigen weinig ten opzichte van de voorkeursstrategie.



Figuur 6.4 Inundatiediepte buitendijks gebied in de voorkeursstrategie bij een frequentie van 1/1000 per jaar (HKV, 2015c)

6.4 Waterkwaliteit

In de voorkeursstrategie zijn maatregelen nodig ten behoeve van waterkwaliteit, waarvan wordt ingeschat dat die deels niet in Plan Sluizen nodig zijn. In totaal gaat het om 321 M€ aan geschatte investeringen. Bijna de helft van dit bedrag is nodig voor een doorlaatmiddel in de Brouwersdam. Daarnaast zijn er kleinere posten zoals aanpassing van de Philipsdam à 47 M€.

De verwachting is dat de maatregelen die voorzien zijn in de voorkeursstrategie in verband met de waterkwaliteit in de Zuidwestelijke Delta niet nodig zijn. Dit is een flinke besparing. Hier staat tegenover dat de aanpassing van de Philipsdam in Plan Sluizen flink duurder wordt, geschat is 158 M€ (in plaats van 47 M€ in de voorkeursstrategie). Deze maatregel dient zowel de waterkwaliteit als de doorvoer van te bergen water van Volkerak-Zoommeer naar de Oosterschelde.

6.5 Ecologische effecten

Vrijwel elke infrastructurele maatregel heeft effecten op de natuur, zo ook het Plan Sluizen. In dit kwalitatieve onderzoek is bekeken met welke wettelijke, juridische en bestuurlijke randvoorwaarden rekening moet worden gehouden. De belangrijkste daarvan zijn:

- Natura 2000,
- Kaderrichtlijn water,
- Internationale afspraken.

6.5.1 Natura 2000:

Als gevolg van de maatregelen ontstaan 2 belangrijk effecten:

1. Sluizen:
    - De Nieuwe Maas en Oude Maas worden afgesloten, en daarmee wordt ook de laatste open vismigratieroute afgesloten.
    - Achter de sluizen verdwijnt het getij.
    - Achter de sluizen ontstaat zoet water, de brakke zone wordt aanzienlijk kleiner.
2. Oosterschelde:
    - Eens in de ongeveer 500 jaar wordt de Oosterschelde gebruikt als berging voor rivierwater, waardoor in korte tijd het zoute ecosysteem veel zoet water ontvangt.

De afsluiting heeft echter ook potentiële voordelen. Door de afsluiting zouden de Haringvlietsluizen verder open kunnen doordat er meer zoet water is om dit bekken door te spoelen. Hierdoor ontstaat hier meer getij, en ontstaat een grote brakwaterzone. Daarbij geldt wel als randvoorwaarde dat er voldoende zoet water voor de landbouw moet blijven. Ook sommige havenindustrie vraagt om zoet water van hoge kwaliteit.
Binnen de scope van deze studie was het niet mogelijk nader onderzoek te doen naar de ecologische effecten. Er zijn zeker kansen voor natuurontwikkeling, maar welke maatregelen daarvoor precies nodig zijn en wat daarvan de kosten zijn, is niet berekend.

Om de natuur-effecten te toetsen, wordt gebruik gemaakt van de ADC-toets. Hierin worden 3 vragen gesteld:

- Zijn er **A**lternatieven voor dit plan die de Natura2000-gebieden minder belasten?
- Is er een **D**wingend maatschappelijk belang?
- Is **C**ompensatie mogelijk?

Onderstaand wordt hierop ingegaan.

Alternatieven: het Plan Sluizen is een alternatief voorstel voor de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma. Deze strategie leidt ook tot het halen van de doelen voor waterveiligheid en zoetwater, zonder veel effecten op de Natura2000-gebieden. De voorkeursstrategie is immers hoofdzakelijk het voortzetten van het huidig beleid, zonder grote ingrepen.
In het Plan Sluizen verdwijnt met name de zoetwatergetijdenatuur, onder andere in de Oude Maas en de Biesbosch. Die is schaars, en lastig elders te compenseren. Zie ook 'compensatie'.

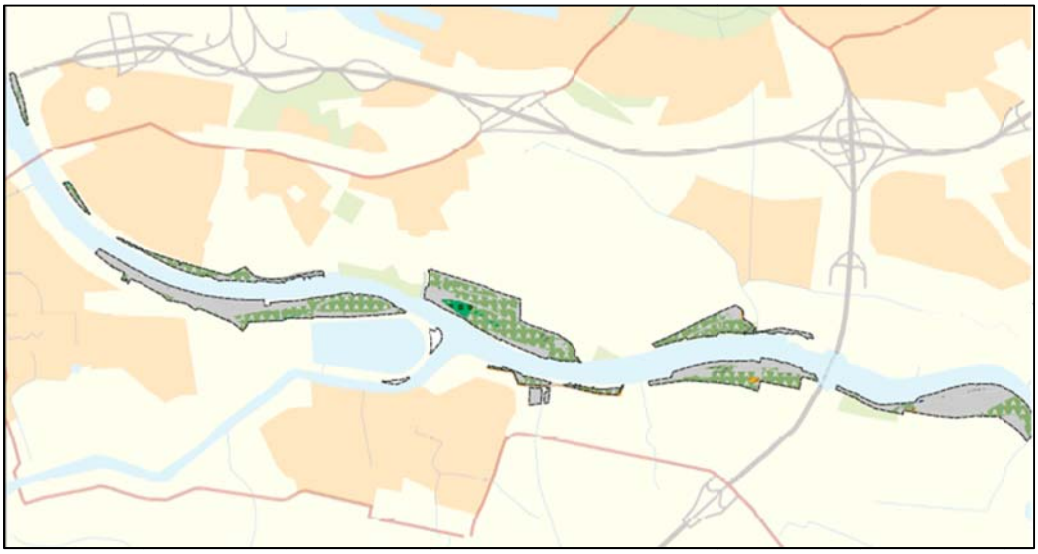


Fig. 6.5: Zoetwatergetijdenatuur langs de Oude Maas.

Maar ook al is compensatie mogelijk, dan nog kan de beschikbaarheid van een ander alternatief dat geen effecten heeft op de bestaande Natura2000-gebieden voldoende aanleiding zijn voor de rechter om het plan te verbieden. Hierover is jurisprudentie aanwezig, al is die niet eenduidig.

Dwingend matschappelijk belang: Op basis van jurisprudentie is duidelijk dat waterveiligheid een dwingend maatschappelijk belang is. Hier worden dus geen juridische problemen voorzien.

Compensatie: In dit geval gaat het vooral om compensatie van zoetwatergetijdenatuur en het afsluiten van een vismigratieroute (de Nieuwe Waterweg). Wat betreft de zoetwatergetijdenatuur zou kunnen worden onderzocht in hoeverre herstel van getij op het Haringvliet mogelijk is. Daarnaast zou door een grotere kier of een vismigratierivier à la Afsluitdijk de mogelijkheden voor visintrek kunnen worden hersteld. De kosten hiervoor bedragen ongeveer 50 miljoen euro. Een van de mogelijkheden is om een significante zoet-zout–gradiënt te creëren. Dit levert veel natuurwaarde. Die is weliswaar anders dan in de oude situatie, maar kan met het beperkte herstel van het getij op het Haringvliet wellicht wel waardevoller zijn. Nader onderzoek hiervoor is nodig.

Oosterschelde.
Of de maatregelen ook effect zullen hebben op de Oosterschelde (nationaal park), is afhankelijk van hoe vaak deze zee-arm wordt belast door zoetwater. Als dat 1/500 jaar is, zal dit waarschijnlijk geen blijvende schade opleveren voor het ecosysteem.

Voor de Deltawerken kwam er ook regelmatig een grote golf zoetwater de Oosterschelde binnen.
Naarmate dit vaker voorkomt, ondervindt de natuur op een gegeven ogenblik wellicht wel schade. Het is echter onduidelijk waar dit knikpunt ligt. Dit zou verder moeten worden onderzocht.

<u>Volkerak-Zoommeer.</u>
Recent is het besluit genomen dat het Volkerak-Zoommeer zout wordt (Rijksstructuurvisie Grevelingen-Volkerak), mits binnen een jaar de financiering rond komt. Op dit moment is daar nog geen zicht op, en is het dus nog onzeker of het VZM zout wordt. Het Plan sluizen gaat echter uit van een zoet meer. Dat doorkruist de lopende plannen zoals het 'Programma Gebiedsontwikkeling Grevelingen en Volkerak-Zoommeer' die als uitwerking van de ontwerp-Rijksstructuurvisie over beide wateren aan het ontwikkelen is. Een aantal maatregelen om het VZM zout te maken is al in voorbereiding, en vanuit natuuroogpunt gezien biedt dit ook voordelen. Echter, ook een zoet VZM biedt de laatste jaren een steeds hogere natuurwaarde.
In dit onderzoek is geen oordeel gegeven over de ecologische waarde van een zoet of zout VZM. In beide situaties is een waardevol ecosysteem mogelijk, dat voldoet aan de eisen van Natura2000.

6.5.2 Kaderrichtlijn water
De mogelijkheden voor vismigratie zijn de belangrijkste aspecten met betrekking tot de Kaderrichtlijn Water (KRW). Dit onderwerp is hiervoor al behandeld bij Natura2000. De enige open vismigratieroute van het Rijn- en Maasstroomgebied is op dit moment de Nieuwe Waterweg. Alleen als daar een minstens zo goede of betere route voor terugkomt, zal dit internationaal worden geaccepteerd. Het Haringvliet is daarbij de enige optie waar dit wellicht zou kunnen, mits het Kierbesluit wordt aangepast. Op zich is er ook voldoende zoetwater in het Plan sluizen om de sluizen in de Haringvlietdam verder open te zetten, zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de landbouw of drinkwaterwinning. Hoeveel precies vergt echter nader onderzoek. Dan kunnen ook de effecten op de natuur beter bepaald worden.

6.5.3 Internationale afspraken
Het laatste decennium is er internationaal gezien veel druk uitgeoefend op Nederland om de vismigratie te verbeteren, ook op ministerieel niveau. In landen als Duitsland is veel geld uitgegeven om paaigronden bereikbaar te maken. Als de voordeur echter gesloten blijft, helpen deze maatregelen niet. Onder meer vanwege het internationaal aspect is uiteindelijk besloten tot het Kierbesluit. Dit is echter een redelijk beperkte oplossing. Ministers in de landen bovenstrooms zullen het dan waarschijnlijk niet snappen als de enige resterende open route wordt afgesloten. De minister van IenM heeft dan heel wat uit te leggen. Dat lukt waarschijnlijk alleen als er een goede compensatie tegenover staat. In de vorige paragrafen is beschreven dat dan waarschijnlijk het Haringvliet een belangrijke rol gaat spelen.

6.6 Hydraulische robuustheid
De robuustheid van de voorkeursstrategie is besproken in een workshop (HKV, 2015d).

<u>Hydraulische robuustheid van de voorkeursstrategie</u>
Vooral de volgende componenten in de voorkeursstrategie worden wat betreft robuustheid relevant geacht:
- Voorspel- en sluitsysteem van de Maeslantkering

- De dijken in het gebied

De betrouwbaarheid sluiten van de Maeslantkering is op dit moment 1/100 per sluitvraag. Deze betrouwbaarheid kan met de huidige kering tot 1/200 per sluitvraag worden vergroot. De betrouwbaarheid van sluiten is in de huidige situatie van overwegend belang in een gebied in de directe omgeving van Rotterdam (Oude en Nieuwe Maas). Buiten dit gebied is het belang van betrouwbaarheid sluiten voor de MHW's (veel) kleiner.

Wanneer de Maeslantkering in of na 2070 door een verbeterde versie wordt vervangen kan in het ontwerp rekening worden gehouden met een strengere eis ten aanzien van betrouwbaarheid sluiten. Ook zou bij het nieuwe ontwerp het lekdebiet van de kering verkleind kunnen worden, wat eveneens gunstig is voor MHW's, voor zover deze door de kering worden beïnvloed.
De betrouwbaarheid van sluiten van de Maeslantkering is verdisconteerd in de hoogte en sterkte van de dijken in het achterliggende gebied. De dijken waren hoog en sterk genoeg om de lagere betrouwbaarheid van de Maeslantkering op te vangen, maar ze hebben hiermee wel aan levensduur ingeboed. In de veiligheidsfilosofie voor de Rijnmond zou daarnaast rekening gehouden kunnen worden met een eventueel falen van sluiten door maatregelen in de 2e en 3e laag van meerlaagsveiligheid te nemen.
Als gevolg van zeespiegelstijging zal bij gelijkblijvend sluitpeil de sluitfrequentie van de kering toenemen, met effecten op bijvoorbeeld de scheepvaart. Nu zou, bij een stijgende zeespiegel, het sluitpeil wat verhoogd kunnen worden om de sluitfrequentie te beperken. Dit werkt over het algemeen beperkt door op de MHW's in het benedenrivierengebied (HKV, 2012), maar de consequentie is wel dat de inundatiefrequentie van buitendijkse gebieden in de omgeving van Rotterdam toeneemt. Ook is de verwachting dat stroomsnelheden in Spui en Dordse Kil kunnen toenemen wat ongunstig kan zijn in verband met de stabiliteit van aanliggende keringen. In de toekomst zou hiernaar meer onderzoek gedaan kunnen worden.

De dijken in het gebied kennen in de huidige situatie een flinke opgave voor wat betreft sterkte (piping en macrostabiliteit). Naar de toekomst zorgen enerzijds klimaatverandering en (vooral in dijkring 15 en 16 in hogere mate) zetting/bodemdaling voor een hoogteopgave.

Maatregelen om problemen in bewoond gebied met macrostabiliteit en piping tegen te gaan zijn dure maatregelen zoals bijvoorbeeld diepwanden en damwanden. De sterkteopgave is met (grote) onzekerheden omgeven. Daarom wordt in het ontwerp met veiligheidsfactoren gerekend. Het vergroten van kennis (onder andere van de bodem in verband met piping en bodemdaling) en ook (meer) rekening houden met bewezen sterkte van waterkeringen kan de sterkteopgave misschien verkleinen, dit zou mogelijk een grote kostenbesparing opleveren. Wanneer echter een dijkversterking in verband met een sterkteopgave toch niet te voorkomen blijkt te zijn, dan is de verwachting dat een bijkomend hoogteprobleem relatief weinig in de kosten uitmaakt. Omgekeerd levert een verlaging van MHW's op trajecten met een sterkteopgave dan dus ook een beperkte kostenreductie op.

De gevoerde discussie over hydraulische robuustheid leidt tot enkele vragen ten aanzien van aanvullend onderzoek:
- Relatie tussen het sluitpeil van de Maeslantkering en maatgevende hoogwaterstanden /hydraulische belastingniveaus in het Benedenrivierengebied.

- Relatie tussen het sluitpeil van de Maeslantkering en stroomsnelheden in waterlopen in het Benedenrivierengebied in verband met morfologie en daarmee de stabiliteit van waterkeringen.
- Onderzoek naar bewezen dijksterkte ten einde de dijkversterkingsopgave eventueel te verkleinen.
- Vergroten van kennis ten aanzien van de bodem verkleint wellicht de dijkversterkingsopgave. Dit betreft zowel het uitbreiden van de meetinformatie als van de kennis van bodemprocessen.

Hydraulische robuustheid van het Plan Sluizen
In verband met de robuustheid is vooral aandacht besteed aan de robuustheid van waterberging op de Oosterschelde. Ten einde berging op de Oosterschelde een wezenlijke bijdrage te kunnen laten leveren is een verkleining van het lekdebiet van belang. Een verkleining van de lekopening van 1250 m^2 in de huidige situatie tot ongeveer 600 m^2 of minder blijkt uit de berekeningen nodig om de Oosterschelde als berging effectief te laten zijn.
Echter wanneer met constructieve maatregelen het lekdebiet wordt verkleind dan zou de faalkans van het sluiten van de schuiven groter kunnen worden. In de huidige situatie is de kans dat 1 schuif niet sluit ongeveer 1/100 à 1/50 per sluitvraag. De kans dat meerdere schuiven niet sluiten is ongeveer een orde kleiner. Voor het doorstroomprofiel van 1 niet sluitende schuif is een gemiddelde aangenomen van 40 m * 5 m = 200 m^2. De hoogte van de schuiven is afhankelijk van de diepte, en de variatie daarin is aanzienlijk. Een hoogte van 5 meter is daardoor aan de lage kant.
Het onverhoopt niet sluiten van 1 of meer schuiven is dus een aandachtspunt vanuit de robuustheid van het Plan Sluizen omdat een onverhoopt niet sluitende schuif het 'lekdebiet' substantieel vergroot.

Wat betreft de constructieve afsluiting in Nieuwe en Oude Maas, met schutsluizen, spuisluizen en gemalen is geoordeeld dat deze in essentie de robuustheid van de oplossing niet in de weg hoeven te staan. De doorvoer van Hollands Diep naar Volkerak – Zoommeer is ook niet als kritisch beoordeeld, waarbij overigens wordt opgemerkt dat in de MIRT-verkenning naar uitbreiding van de Volkeraksluizen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012) een open verbinding tussen Hollands Diep en Volkerak – Zoommeer, zoals in Plan Sluizen voorzien, is afgevallen. Hierin speelde mee dat door de open verbinding peilen op het Volkerak - Zoommeer toenemen, met negatieve gevolgen voor de afwatering van West-Brabant.

Intermezzo open verbinding Volkerak-Hollandsch Diep
In de MIRT-verkenning Capaciteitsuitbreiding Volkeraksluizen (RWS, 2012) zijn 4 alternatieven verkend om de scheepvaartcapaciteit van de Volkeraksluizen te vergroten. Een van de alternatieven betrof een semi-openverbinding tussen Volkerak en Hollands Diep. In dit alternatief wordt een brede keersluis aangelegd ter plaatse van de huidige spuisluizen. Deze keersluis wordt geopend bij waterstanden op het Hollandsch Diep lager dan NAP +1,00 m. Deze waterstand wordt ruim 95% van de tijd onderschreden. Schepen hebben dan een vrije doorvaart. Bij hogere waterstanden wordt de keersluis gesloten en worden de bestaande schutkolken gebruikt.

In dit alternatief volgt het peil op het Volkerak-Zoommeer het peil van het Hollandsch Diep. Dit betekent de introductie van een getijslag op het Volkerak-Zoommeer, bij eb een stijging van het peil met gemiddeld 0,55 m. In de huidige situatie wordt het peilbeheer van het Volkerak – Zoommeer zo geregeld dat het peil zich zoveel mogelijk tussen NAP -0,10 m en NAP +0,15 m beweegt. Op deze

situatie is de afwatering van West Brabant, via Mark en Dintel en Steenbergse Vliet, ingesteld.

Indien bij Dintelsas en Benedensas de verbinding tussen de beken en Volkerak-Zoommeer open blijft, werkt genoemde peilstijging door op de Brabantse beken. In de MIRT-verkenning wordt voor de waterhuishouding van West Brabant het volgende effect gesignaleerd:

- 120 km aanpassing van oeverbeschoeiing en rietbermen;
- mitigerende maatregelen bij buitendijkse woongebieden, industriegebieden en jachthavens;
- enkele natuurgebieden komen gedeeltelijk onder water te staan.

Deze effecten werden in de MIRT-verkenning zo ongewenst geacht dat als alternatief een semi-open verbinding tussen de beken en Volkerak-Zoommeer is voorgesteld, waarbij de sluizen bij Dintelsas en Benedensas weer in gebruik worden genomen in combinatie met te bouwen gemalen (voor dagelijkse afvoersituaties). In tijden van hoge afvoeren op de beken is het nodig dat de waterstand van Volkerak-Zoommeer door voorspuien wordt verlaagd van NAP +1,00 m naar NAP +0,50 m, zodat op de beken voldoende verval is om de afvoer kwijt te kunnen.

In extreme omstandigheden (hoge Rijnafvoer en inzet Volkerak als berging) is eveneens voorspuien noodzakelijk. Ten behoeve van het voorspuien is extra spuicapaciteit van het Volkerak-Zoommeer naar omliggende wateren nodig.

Naast waterhuishoudkundige aanpassingen zijn ook civieltechnische aanpassingen nodig (Slaakbrug, Vossemeerbrug en Tholense brug). Ook andere aspecten zijn bekeken: geohydrologie, waterkwaliteit, bodem, erosie en sedimentatie. Op al deze punten scoort de semi-openverbinding slecht in de MIRT-verkenning.
De totale investeringen van de semi-open verbinding tussen Hollandsch Diep en Volkerak belopen volgens Ministerie van IenM, 2012 263 tot 481 M€. De scheepvaartbaten die tegenover deze investering staan zijn geraamd op 90 tot 410 M€. De kosten–batenverhouding van deze variant scoorde dus niet ook zo goed.

Overigens moet onderzocht worden in hoeverre het verwijderen van de Volkerak-sluizen past in het internationale scheepvaartverdrag met België. Hierin is afgesproken dat de Schelde-Rijnverbinding slechts een beperkt getijverschil mag hebben, tussen de -1,0m en +0,5m NAP.

Voor wat betreft de dijken geldt hetzelfde als in de Voorkeursstrategie. De dijken in het gebied kennen in de huidige situatie een flinke opgave voor wat betreft sterkte (piping en macrostabiliteit). Naar de toekomst zorgen enerzijds klimaatverandering en (voor delen van het gebied in hogere mate) zetting/bodemdaling voor een hoogteopgave. Plan Sluizen beoogt die hoogteopgave te verkleinen.

Wanneer in verband met een sterkteopgave dijkversterking niet te vermijden is, ook na kennisvergroting of in beschouwing nemen van bewezen sterkte, dan is de verwachting dat een bijkomend hoogteprobleem relatief weinig in de kosten uitmaakt. Omgekeerd levert een verlaging van MHW's dan dus een beperkte kostenreductie op.

De beschrijving van de hydraulische robuustheid leidt, zoals genoemd, tot enkele vragen ten aanzien van aanvullend onderzoek:

- Relatie tussen het sluitpeil van de Maeslantkering en maatgevende hoogwaterstanden /hydraulische belastingniveaus in het Benedenrivierengebied.
- Relatie tussen het sluitpeil van de Maeslantkering en stroomsnelheden in waterlopen in het Benedenrivierengebied in verband met morfologie en daarmee de stabiliteit van waterkeringen.
- Onderzoek naar bewezen dijksterkte ten einde de dijkversterkingsopgave eventueel te verkleinen.
- Vergroten van kennis ten aanzien van de bodem, en daarmee wellicht het verkleinen van de dijkversterkingsopgave. Dit betreft zowel het uitbreiden van de meetinformatie als van de kennis van bodemprocessen.

6.7 Klimaat

Het Deltaprogramma heeft gebruik gemaakt de Deltascenario's (Bruggeman et al., 2011 en 2013), die voor het klimaat gebaseerd zijn op de klimaatscenario's van het KNMI uit 2006, met een nadere uitwerking uit 2009 (hierna aangeduid als KNMI'06). Deze scenario's zijn ook voor de onderhavige studie van toepassing om de vergelijkbaarheid tussen beide studies te waarborgen. Het klimaatscenario W+ vormt de basis voor de Deltascenario's STOOM en WARM en scenario G voor DRUK en RUST.

Nieuwe klimaatscenario's (Deltares, 2014a)
26 mei 2014 presenteerde het KNMI de nieuwe klimaatscenario's voor Nederland (hierna genoemd KNMI'14). Het gaat om een geheel nieuwe vertaling van onderzoeksresultaten voor het wereldwijde klimaat (IPCC, 2013) naar klimaatscenario's voor Nederland. De KNMI'14 scenario's geven op onderdelen een ander beeld van de te verwachten klimaatverandering dan de KNMI'06 scenario's.

De KNMI'14 scenario's zijn gebaseerd op waargenomen klimaatverandering, op berekeningen voor het IPCC met wereldwijde klimaatmodellen, op nieuwe resultaten van klimaatonderzoek uit de afgelopen acht jaar en op berekeningen met het klimaatmodel voor Europa van het KNMI.

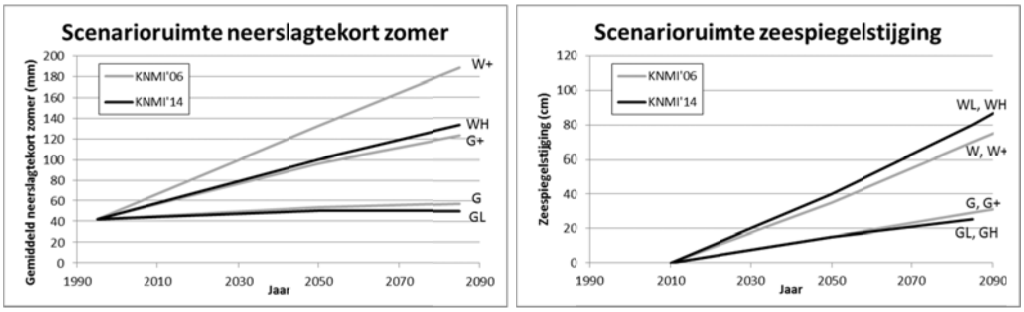
De KNMI'14 scenario's maken een onderscheid tussen een gematigde klimaatverandering (G scenario's) en een meer warme variant (W scenario's) op basis van de wereldwijde temperatuurstijging. Daarnaast is ook de verandering van het luchtstromingspatroon van belang. Hier wordt een Lage (L scenario's) en een Hoge (H scenario's) verandering onderscheiden. H scenario's hebben hierdoor een nattere winter en een drogere zomer dan L scenario's. W_H is hiermee het meest extreme scenario in droogte- als extreme neerslag- en afvoergebeurtenissen, zoals W+ dat was voor KNMI '06.

Duiding nieuwe scenario's
De KNMI'06 scenario's hanteerden de zichtjaren 2050 en 2100; de KNMI'14 scenario's 2050 en 2085.

De verwachte veranderingen in de windsnelheden zijn in zowel de KNMI'06 als de KNMI'14 scenario's gering en vallen binnen de natuurlijke variabiliteit. De frequentie van sterke noordenwinden die leidden tot opstuwing van het Noordzeewater verandert in de scenario's niet veel ten opzichte van de huidige situatie.

De KNMI'14 scenario's gaan uit van een grotere bovenwaarde voor de stijging van de zeespiegel dan de KNMI'06 scenario: 40 in plaats van 35 cm rond 2050 en 100 in

plaats van 85 cm rond 2100 (voor de W scenario's). Dit is overigens inclusief 10 cm bodemdaling. Die zat niet in de KNMI'06-scenario's.
Voor de onderwaarde neemt de stijging af, maar de afname is gering (zie figuur 6.6).



Figuur 6.6: Verschil in neerslagtekort en zeespiegelstijging tussen de klimaatscenario's uit 2006 en 2014

Waterveiligheid
Helaas is het W_H scenario voor Rijn en Maas nog niet beschikbaar en daarom zijn definitieve uitspraken over de afvoeren van Rijn en Maas nog niet mogelijk. Op basis van de voorlopige inzichten zal de extreme afvoer die Nederland kan bereiken in verhouding tot de KNMI'06 scenario's niet toenemen, omdat dit toch al beperkt wordt door de fysieke doorvoercapaciteit van de rivier, die leidt tot aftopping van de piek boven een bepaald maximum (18000 m^3/s).

In het benedenrivierengebied wordt de maatgevende waterstand bepaald door een combinatie van een matig hoge rivierafvoer en een matig hoge zeewaterstand. Daarom zou in dit gebied de maatgevende waterstand onder het W_H scenario wel verder toe kunnen nemen dan onder het W+ scenario. Het effect hiervan kan echter pas geschat worden, als er meer inzicht is in de ontwikkeling van de Rijnafvoer onder het W_H scenario.

De uiteindelijke kosten om de voorgestelde normering te verwezenlijken onder het W_H scenario kunnen toenemen ten opzichte van het W+ scenario. Dit wordt dan vooral veroorzaakt door de iets grotere zeespiegelstijging en doordat de frequentie en duur van matig hoge afvoeren van Rijn en Maas toenemen.

Mogelijke gevolgen voor Deltabeslissingen DPRD
De keuzemomenten voor de verschillende maatregelen in de adaptatiepaden kunnen naar achteren schuiven, omdat de problemen onder het KNMI'06 W+ scenario sneller toenamen dan onder het nieuwe KNMI'14 W_H scenario.

In de adaptatiepaden zijn ook maatregelen opgenomen voor de korte termijn, zoals een uitbreiding van de KWA en de aanpak van de droogteproblematiek. Deze maatregelen voor de korte termijn zijn ook gewenst bij scenario's Rust en Druk. Het nieuwe KNMI scenario G_L wijkt maar in geringe mate af van het KNMI'06 scenario G. Het nieuwe KNMI scenario G_L heeft daarmee geen invloed op de adaptatiepaden van de voorkeursstrategie zoetwater.
De KNMI'14 scenario's zijn echter in totaliteit aanzienlijk minder droog dan de KNMI'06 scenario's. Met name het scenario W+ was extreem droog. In KNMI'14 is het droogste scenario nog maar half zo droog als W+.

7 Overzicht van kosten en baten en Contante waarden

7.1 Inleiding

In de hoofdstukken 4 tot en met 6 zijn kosten en baten gepresenteerd van diverse aspecten van de voorkeursstrategie en het Plan Sluizen. In dit hoofdstuk worden die bij elkaar gezet, en omgerekend naar Contante waarden.

De belangrijkste kostenposten daarbij zijn:

Investeringen:
- Infrastructurele maatregelen (inclusief dijken),
- Zoetwatervoorziening.

Jaarlijks terugkerende kosten en baten
- Operationele kosten infrastructuur (B&O, energie, enzovoorts),
- Scheepvaart,
- Buitendijkse gebieden.

Niet in geld uit te drukken kosten en baten
- Natuur en waterkwaliteit,
- RO-ontwikkeling buitendijks.

7.1.1 Investeringen

In onderstaande tabel worden de kosten en baten samengevat. Het gaat hierbij om de investeringskosten van infrastructurele maatregelen en maatregelen om de zoetwatervoorziening te verbeteren. Zie respectievelijk hoofdstuk 4 en paragraaf 6.1.

		VKS DP2015 Investeringen Conform ECKB	Sluizen Investeringen conform ECKB		Sluizen Investeringen Conform Spaargaren
			Ondergrens gemalen	Bovengrens gemalen	
Totale kosten (afgerond)	**Jaar**	**€ 8.000**	**€ 8.300**	**€ 8.900**	**€ 8.100**
Geschatte variatiecoëfficient (conform SSK)		+/- 50%	+/- 50%	+/- 50%	
Vervangen Maeslantkering (in 2070), inclusief sloop	2070	€ 956	- -		
Sloop Maeslantkering (in 2070)	2070	- -	€ 10		
Verbeteren faalkans Maeslantkering (1:1000)	2070	€ 200	- -		
Vervangen Algerakering inclusief in-/exclusief sluis	2050	€ 139	€ 114		
Verkleinen faalkans nieuwe Algerakering (naar 1:1000)	2050	€ 36	€ 36		
Ruimte voor de rivier; pakket DPR	2050	€ 583	€ 583		
Talud- & bodembescherming op Spui, Kil en Oude Maas * (uitgaven in 5 delen, in resp. '20, '40, '60, '80 en 2100)	2020 - 2100	€ 333	€ 111		
Doorlaatmiddel Philipsdam P-300 (VKS) / P-1500 (Plan Sluizen)	2040	€ 47	€ 155		
Overige maatregeln zoetwatervoorziening/ zoutindringing/ecologie	2030	€ 274	€ 77		
Vierde schutsluis Volkerak, alternatief A2	2030	€ 155	- -		
Doorlaatmiddel Volkerak, overige compensatie maatregelen	2040	- -	€ 111		
Verkleinen lekverlies Oosterscheldekering	2040	- -	€ 5		
Sluizen in Nieuwe Maas	2040	- -	€ 777		
Sluizen in Oude Maas	2040	- -	€ 557		
Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgsesluis	2040	- -	€ 242		
Afsluiten Hartelkanaal	2040	- -	€ 34		
Gemalen in Nieuwe en Oude Maas	2040	- -	€ 993	€ 1.564	€ 700
Dijkversterkingen tot 2030	2030	€ 336	€ 193		
Dijkversterkingen 2030-2040	2040	€ 2.457	€ 3.092		
Dijkversterkingen 2040-2050	2050	€ 1.298	€ 925		
Dijkversterkingen 2050-2070	2070	€ 594	€ 233		
Dijkversterkingen 2070-2100	2100	€ 522	€ 96		
KWA+ fase 1; Bernisse; regionaal systeem	2021	€ 73	€ 73		
KWA+ fase 2	>2028	€ 45	€ 0		

Tabel 7.1: Investeringskosten infrastructurele maatregelen, inclusief zoetwater

De conclusies zoals die in hoofdstuk 4 zijn geformuleerd, wijzigen niet door het toevoegen van de zoetwatermaatregelen.

7.1.2 *Jaarlijks terugkerende kosten en baten.*

Naast investeringskosten zijn er ook kosten die jaarlijks terugkomen. Het gaat daarbij achtereenvolgens om de infrastructurele maatregelen, de effecten op de scheepvaart door gewijzigde wachttijden en kosten buitendijks door een veranderend overstromingsrisico.

De jaarlijks terugkerende operationele kosten zijn berekend door het ECKB (ECKB, juli 2015). Het blijkt dat de twee varianten elkaar op dit punt nauwelijks ontlopen. Voor beide is op termijn ongeveer 35 miljoen euro extra per jaar nodig (zie ook bijlage 4).
In de voorkeursstrategie tellen met name de operationele kosten voor de Maeslantkering behoorlijk mee. Die bedragen ongeveer 20 miljoen euro per jaar. Daarnaast zijn er de kosten voor dijkonderhoud (ruim 5 miljoen euro per jaar). Daarnaast is er nog een groot aantal kleinere posten.
In het Plan Sluizen brengen de nieuwe sluizen, gemalen en overige infrastructuur jaarlijks bij elkaar bijna 30 miljoen aan operationele kosten met zich mee. Daarnaast is 4,5 miljoen euro nodig voor dijkonderhoud (0,1% per jaar). Alles bij elkaar verschillen de twee varianten op dit punt dus niet veel.

Op de terugkerende extra wachtkosten voor de scheepvaart en de risico’s op overstromingen van buitendijkse gebieden is in hoofdstuk 5 en 6 ingegaan.

Voor scheepvaart geldt dat de kosten erg onzeker zijn. Alles bij elkaar zijn de verschillen tussen de cijfers van 2014 en 2015 zo groot, dat geconcludeerd kan worden dat de cijfers nog niet stabiel zijn. Het is dan ook lastig harde conclusies te trekken op basis van deze cijfers. Het zijn weliswaar de beste inzichten, maar op basis van deze cijfers moet geconcludeerd worden dat voor de extra passagekosten in 2100 geen betrouwbare uitspraak kan worden gedaan.
De extra jaarlijkse passagekosten in het Plan Sluizen variëren tussen de 22 en 88 miljoen euro in 2050, en tussen de -18 en +140 miljoen euro in 2100. Het getal van -18 miljoen euro kan worden verklaard uit het feit dat in het Plan Sluizen de Volkeraksluizen worden verwijderd, de scheepvaart geen hinder meer heeft van een tegen het eind van de 21^{e} eeuw vaker sluitende Maeslantkering en het aantal scheepvaartbewegingen in dit scenario sterk achterblijft bij de andere scenario's.

Het risico op overstromingsschade in buitendijkse gebieden is in het Plan Sluizen groter dan in de voorkeursstrategie. Dit wordt volledig verklaard door de hogere MHW's op het traject Hoek van Holland-Nieuwe Maas. Met name in het Botlekgebied en in het gebied rond de 1^{e} en 2^{e} Petroleumhaven ontstaat hierdoor veel schade. Achter de sluizen (Van Rotterdam tot Dordrecht) neemt het overstromingsrisico van het Plan Sluizen juist af, op sommige locaties zelfs met een factor 100.

In totaal ontstaat het volgende schadeoverzicht (in miljoen euro, herhalingstijden 1/10 tot 1/2000):

	Herhalingstijd						
	10	50	100	250	500	1000	2000
Voorkeursvariant	511	587	657	754	843	1009	1194
Huidig beheer	517	613	696	888	1164	1609	2088
Plan sluizen	621	1056	1197	1409	1550	1703	1871

Tabel 7.2: Resultaat van de schade-berekening: de economische gevolg-schade in buitendijkse gebieden, geaggregeerd voor de gehele Rijnmond in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm (exclusief Landbouw en Extensieve Recreatie).

Het is echter de vraag of de schade zoals weergegeven in tabel 7.2 echt gaat ontstaan. Bij dit soort schadebedragen is de kans groot dat preventieve maatregelen genomen gaan worden, bijvoorbeeld extra kades of ophoging van bedrijfsterreinen in het Botlekgebied. Fabrieken zullen tot 2100 diverse keren vervangen worden. Dat is dan ook een geschikt moment om preventieve maatregelen te nemen. De kosten hiervan zijn lastig in te schatten. Nader onderzoek is dan ook noodzakelijk.

7.1.3 Niet in geld uit te drukken kosten en baten

In hoofdstuk 5 en 6 zijn in kwalitatieve termen de gevolgen van het Plan Sluizen beschreven voor de ruimtelijke ontwikkeling buitendijks en de natuur. Voor beide aspecten kunnen geen uitspraken in termen van geld worden gedaan.
Over de kansen voor ruimtelijke ontwikkelingen buitendijks zijn de meningen verdeeld. Er is geen eenduidig wetenschappelijk onderzoek beschikbaar dat hier iets over zegt. En ook praktijkervaring is schaars. Op basis hiervan is er een stroming die zegt dat bij een open verbinding met zee er betere kansen zijn voor buitendijkse ontwikkelingen, en dat dus ook behoorlijk wat geld op kan leveren. Met name de gemeentes in de regio zijn deze mening toegedaan.
De 6 ingenieurs zijn juist van mening dat in een afgesloten situatie veel betere kansen voor buitendijkse ontwikkelingen ontstaan. Het zou zelfs miljarden extra op kunnen leveren.

Voor beide meningen is in dit onderzoek geen onderbouwing gevonden.

Wat betreft de natuuraspecten leidt het Plan Sluizen tot een forse opgave. De laatste open verbinding met de zee wordt afgesloten. Met name de ADC-toets van Natura-2000 zal daardoor lastig worden. Er zal in ieder geval compensatie nodig zijn van natuur die verloren gaat, met name zoetwatergetijdenatuur en de open vismigratieroute voor het Rijn- en Maasstroomgebied. Kansen voor compensatie zijn er vooral op het Haringvliet, met de randvoorwaarde van een goede zoetwatervoorziening. De kosten voor compenserende maatregelen konden binnen de scope van deze studie niet worden gekwantificeerd.

7.2 Contante waarden

Zowel de investeringskosten als de jaarlijkse kosten en baten verschillen in de voorkeursstrategie en het Plan Sluizen. Om beide varianten vergelijkbaar te maken, is het gebruikelijk (en noodzakelijk) alle kosten en baten terug te reken naar een vergelijkbaar prijspeil. In dit geval is gekozen voor 2013, omdat daarvoor alle investeringskosten en jaarlijkse operationele kosten terug te rekenen zijn.

Dat geldt minder voor de scheepvaartkosten en de kosten van buitendijkse schade door overstromingen. Voor beide geldt dat de bandbreedte zo groot is, dat daar op dit moment geen goede waarde is te berekenen. Vanwege die reden zijn ze apart berekend (zie tabel 7.4).

In de berekening van de Contante Waarde is gewerkt met 2 kostenramingen: hoog (met een hoge kostenschatting voor de gemalen conform SSK) en laag (met een lage kostenschatting voor de gemalen conform de kostenraming van de 6 ingenieurs).
Daarnaast is het nog niet duidelijk of de Volkeraksluizen wel of niet verwijderd kunnen worden. In de tabellen 7.3 t/m 7.5 levert dat in totaal 4 opties op.

Binnen elke optie kan gedifferentieerd worden met de discontovoet. Die is momenteel in discussie, waarbij er een serieuze optie is dat de huidige discontovoet van 5,5% met ingang van 2016 verlaagd wordt naar 4,5% en wellicht zelfs 3%. Dat werkt sterk door in de Contante Waarde.

Verder is bij het bepalen van de Contante Waarde nog gevarieerd in aanleg van de sluizen in 2032 of 2070. Bij de investeringskosten van het Plan Sluizen was te zien dat de investeringen relatief vroeg in deze eeuw vallen, terwijl de baten (of beter: vermeden kosten) vooral in de tweede helft van deze eeuw vallen. Beide werken negatief door in de Contante Waarde (die wordt hoger). Om dit verbeteren geldt: hoe later de investeringen, hoe lager de Contante Waarde. En eveneens: hoe eerder de baten, hoe lager de Contante Waarde. Vanwege die reden is ook de Contante Waarde bepaald bij aanleg van de sluizen in 2070.

Daarbij is ook nog onderscheid gemaakt in de klimaatscenario's c.q. deltascenario's. Ook hier geldt: hoe langzamer de klimaatverandering gaat, hoe langer het duurt voordat de investeringen lonend worden.

				Mln Euro, Prijspeil 2013, inclusief BTW,		
Contante Waarde Kosten	Rust			Stoom		
	Referentie	Sluizen 2032	Sluizen 2070	Referentie	Sluizen 2032	Sluizen 2070
Gewicht hoge raming 0%, open Volkerak =0						
CW @ 5.5%	1929	2695	1925	2137	2790	2060
CW @ 4.5%	2320	3226	2388	2626	3360	2568
CW @ 3%	3137	4313	3469	3755	4584	3784
Gewicht hoge raming 0%, open Volkerak =1						
CW @ 5.5%	1929	2653	1931	2137	2748	2066
CW @ 4.5%	2320	3174	2398	2626	3308	2579
CW @ 3%	3137	4236	3492	3755	4506	3807
Gewicht hoge raming 100%, open Volkerak =0						
CW @ 5.5%	1984	2961	2008	2191	3057	2143
CW @ 4.5%	2384	3534	2499	2691	3669	2680
CW @ 3%	3225	4700	3658	3842	4970	3973
Gewicht hoge raming 100%, open Volkerak =1						
CW @ 5.5%	1984	2919	2014	2191	3014	2149
CW @ 4.5%	2384	3482	2510	2691	3617	2690
CW @ 3%	3225	4623	3681	3842	4893	3996

Tabel 7.3: Contante waarden kosten;

				Mln Euro, Prijspeil 2013, inclusief BTW,		
Contante Waarde Effecten	Rust			Stoom		
	Referentie	Sluizen 2032	Sluizen 2070	Referentie	Sluizen 2032	Sluizen 2070
Gewicht hoge raming 0%, open Volkerak =0						
CW @ 5.5%	2586	2811	2598	3690	4660	3832
CW @ 4.5%	3051	3355	3076	4631	6038	4904
CW @ 3%	4249	4750	4317	7426	10077	8191
Gewicht hoge raming 0%, open Volkerak =1						
CW @ 5.5%	2586	2718	2591	3690	4254	3776
CW @ 4.5%	3051	3228	3061	4631	5457	4791
CW @ 3%	4249	4532	4273	7426	8991	7846
Gewicht hoge raming 100%, open Volkerak =0						
CW @ 5.5%	2586	2811	2598	3690	4660	3832
CW @ 4.5%	3051	3355	3076	4631	6038	4904
CW @ 3%	4249	4750	4317	7426	10077	8191
Gewicht hoge raming 100%, open Volkerak =1						
CW @ 5.5%	2586	2718	2591	3690	4254	3776
CW @ 4.5%	3051	3228	3061	4631	5457	4791
CW @ 3%	4249	4532	4273	7426	8991	7846

Tabel 7.4: Contante waarden effecten;

				Mln Euro, Prijspeil 2013, inclusief BTW,		
Contante Waarde Kosten en Effecten	Rust			Stoom		
	Referentie	Sluizen 2032	Sluizen 2070	Referentie	Sluizen 2032	Sluizen 2070
Gewicht hoge raming 0%, open Volkerak =0						
CW @ 5.5%	4514	5506	4523	5827	7451	5892
CW @ 4.5%	5371	6581	5464	7257	9398	7472
CW @ 3%	7386	9063	7785	11180	14661	11975
Gewicht hoge raming 0%, open Volkerak =1						
CW @ 5.5%	4514	5371	4521	5827	7002	5842
CW @ 4.5%	5371	6401	5459	7257	8765	7370
CW @ 3%	7386	8768	7764	11180	13497	11653
Gewicht hoge raming 100%, open Volkerak =0						
CW @ 5.5%	4569	5772	4606	5881	7717	5975
CW @ 4.5%	5436	6889	5575	7322	9707	7584
CW @ 3%	7474	9450	7974	11268	15048	12164
Gewicht hoge raming 100%, open Volkerak =1						
CW @ 5.5%	4569	5637	4604	5881	7268	5925
CW @ 4.5%	5436	6710	5570	7322	9073	7481
CW @ 3%	7474	9155	7954	11268	13884	11843

Tabel 7.5: Contante waarden kosten + effecten;

Hoewel bovenstaande cijfers behoorlijk onzeker zijn, met name wat betreft de effecten (tabel 7.4), valt er wel een trend uit af te leiden. In het algemeen geldt dat bij uitvoering van het Plan Sluizen in 2032 in termen van Contante Waarde de voorkeursstrategie aanzienlijk beter scoort. Dat is ook goed te verklaren op basis van het relatief vroege moment van investeren bij het Plan Sluizen en het relatief late moment waarop de baten (vermeden kosten bij de dijken) gaan optreden.

Indien de sluizen in 2070 worden aangelegd, komen de cijfers aanzienlijk dichter bij elkaar te liggen.

Meer specifiek zijn de volgende conclusies te trekken:
- Allereerst wordt opgemerkt dat effecten die meegenomen zijn voor het Plan Sluizen niet helemaal volledig zijn. Gemiste negatieve effecten zijn bijvoorbeeld de effecten op natuur, die zijn alleen kwalitatief bepaald in deze studie.
- Uit Tabel 7.3 volgt dat de contante waarde van investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten voor Plan Sluizen 2032 significant hoger zijn dan in de Referentie. Voor Plan Sluizen 2070 is dat in Stoom niet langer het geval bij een discontovoet van 5,5 en 4,5% per jaar, maar de verschillen met de Referentie zijn wel marginaal (maximaal orde 5% verschil in de contante waarde van de investeringskosten en kosten voor beheer en onderhoud).
- Uit Tabel 7.4 volgt dat de contante waarde van de effecten (met name scheepvaartkosten en overstromingsschade buitendijks) voor Plan Sluizen in alle gevallen hoger zijn dan die voor de Referentie. De verschillen zijn groter voor Plan Sluizen 2032 dan voor Plan Sluizen 2070 en groter voor Stoom dan voor Rust. De effecten op de scheepvaart zijn waarschijnlijk aan de lage kant (zie hoofdstuk 5). Daar staat weer tegenover dat de overstromingsschade buitendijks zo hoog is, dat zeer waarschijnlijk compenserende maatregelen genomen zullen worden om in ieder geval een deel van deze schade te vermijden. Dat kost uiteraard geld (bijvoorbeeld voor de aanleg van kades op ophoging van terreinen op het moment dat een fabriek vervangen moet worden), maar die kosten zijn aanzienlijk kleiner dan de nu berekende overstromingsschade. Daarnaast geldt de kanttekening dat de indirecte schade als gevolg van overstroming van buitendijkse gebieden niet is meegenomen. Dit leidt tot een aanzienlijke onderschatting van de schade.
- Uit Tabel 7.5 volgt dat voor 2032 de totale contant gemaakte kosten (investeringen en effecten) van Plan Sluizen hoger zijn dan die van de Referentie. In enkele berekeningen voor 2070 zijn de verschillen marginaal en daarmee niet onderscheidend. Het uitvoeren van Plan Sluizen in 2032 leidt in alle analyses tot aanzienlijk hogere totale kosten dan de Referentie, variërend van 0,9 tot 3,8 miljard euro in contante waarde. Wordt Plan Sluizen in 2070 uitgevoerd, dan zijn de kosten ongeveer gelijk aan die van de Referentie als gerekend zou worden met een reële discontovoet inclusief risico-opslag van 5,5% per jaar, conform het huidige overheidsbeleid. Bij een lagere discontovoet neemt het verschil in totale kosten tussen Plan Sluizen 2070 en de Referentie toe. Bij een discontovoet van 3% per jaar kost het Plan Sluizen bij aanleg in 2070 0,4 tot 0,9 miljard euro meer in contante waarde dan de Referentie. Dat is orde grootte 5 tot 10% hoger, wat gegeven de lange termijn waar deze studie over gaat (2070) en de onzekerheden die met deze studie gemoeid zijn niet groot is.
- Het hanteren van verschillende Deltascenario's (Rust en Stoom) leidt hierbij niet tot andere conclusies.
- Het hanteren van hoge en lage ramingen voor de kosten van gemalen, talud- en bodembescherming leidt niet tot andere conclusies.

- Het in de berekeningen uitgaan van een open of gesloten Volkerak leidt niet tot andere conclusies. Een open Volkerak komt wel als rendabele aanvulling naar voren in die gevallen dat gekozen zou worden voor Plan Sluizen.

8 Conclusies en Aanbevelingen

8.1 Synthese

In dit onderzoek stond de Motie Geurts centraal:

‘De Kamer, gehoord de beraadslaging, verzoekt de regering, de variant om sluizen aan te leggen in de Nieuwe Waterweg op korte termijn beter te onderzoeken, waarbij eventuele verlaging van de waterstanden achter de sluis en de effecten op het tegengaan van verzilting worden meegenomen, en de voor- en nadelen, ook ten aanzien van de kosten, voor te leggen aan de Tweede Kamer, en gaat over tot de orde van de dag.’

Om deze motie te kunnen beantwoorden is hydraulisch onderzoek uitgevoerd, zijn kosten en baten bepaald en zijn de effecten op de waterveiligheid, de zoetwatervoorziening en andere functies onderzocht. Dit alles zodanig, dat een goede vergelijking met de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma mogelijk is voor de RijnMaasmonding.

Gedurende het project is intensief samengewerkt met de zes ingenieurs die het Plan sluizen hebben opgesteld. Na vaststelling van het Plan van aanpak (in een gesprek met de DG-RWS) zijn er maandelijks voortgangsoverleggen geweest waarin de tussenresultaten werden besproken. Op basis daarvan zijn ook extra berekeningen uitgevoerd, onder meer gevoeligheidsanalyses en aanpassingen van het plan. Daarnaast zijn diverse workshops georganiseerd voor specifieke deelonderwerpen, onder meer de hydraulische robuustheid en ruimtelijke ordening buitendijks.

In dit hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen samengevat.

Paragraaf 8.2 bevat daarbij de conclusies van het onderzoek naar het Plan sluizen en de Voorkeursstrategie. Het gaat daarbij om de versie van het Plan sluizen zoals dat er begin 2015 lag, en de Voorkeursstrategie zoals die in het Deltaprogramma 2015 is beschreven. Het Plan Sluizen is in dit rapport uitgewerkt tot hetzelfde niveau als de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma.
In paragraaf 8.3 reflecteren de ingenieurs op de resultaten van het onderzoek. Met een aantal conclusies zijn zij het niet eens, en in deze paragraaf wordt dat toegelicht. Paragraaf 8.4 tot slot bevat de aanbevelingen.

8.2 Conclusies

In deze paragraaf worden de conclusies beschreven die op basis van dit onderzoek kunnen worden getrokken.

Op basis van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. <u>Waterveiligheid</u>: met het Plan Sluizen kan de MHW-stijging in 2100 als gevolg van klimaatverandering in een groot deel van het benedenrivierengebied worden gecompenseerd. Dankzij een aantal nieuwe elementen in het Plan ten opzichte van de versie die in september 2014 is beoordeeld, is het effect op MHW’s sterk vergroot. De nieuwe elementen zijn: gemalen (ter grootte van 3000 m^3/s) en het dichten van een deel van het lek van de Oosterscheldekering. In de RijnMaasmonding kan achter de sluizen de MHW-stijging (orde grootte 0,5 tot 0,7 m in 2100), die als gevolg van klimaatverandering in een open situatie de komende eeuw ontstaat, worden gecompenseerd.

In de directe omgeving van de sluizen zijn grotere MHW-verschillen te zien. Direct achter de sluizen (ter hoogte van Rotterdam) daalt de MHW in 2100 met 1,4 m ten opzichte van de huidige situatie (uitgaande van een faalkans van de Maeslantkering van 1/100). Het MHW daalt van N.A.P. + 3,60 m in 2015, naar N.A.P. + 2,90 m in 2100. Ten opzichte van de Voorkeursstrategie (met een faalkans vanaf 2070 van de Maeslantkering van 1/1000) is het verschil bijna 1 m. Direct voor de sluizen (traject Maeslantkering – sluizen) dringt de stormstand op zee door, vermeerderd met een lokale opstuwing van 0,5 m. Het MHW stijgt daardoor in 2100 met 2,40 m ten opzichte van het huidig beheer (met een faalkans van de Maeslantkering van 1/100).
Op de Hollandse IJssel kan de MHW-stijging die door klimaatverandering ontstaat niet voldoende gecompenseerd worden om de Hollandsche IJsselkering te laten vervallen. Daarom is voor de raming van de kosten de kering in de Hollandsche IJssel toch weer opgenomen.

2. <u>Investeringskosten</u>: Zowel de Voorkeursstrategie als het Plan sluizen hebben een zichttermijn tot 2100. Kostenramingen zijn daarom per definitie met grote onzekerheden omgeven. Vanwege die reden wordt in de kostenraming van de Voorkeursstrategie en het Plan sluizen conform de Standaard-Systematiek voor Kostenramingen in de bouw (SSK) gewerkt met een risico-opslag van 35% en een onzekerheidsmarge van plus of min 50%.
Op basis van deze uitgangspunten liggen de nominale investeringskosten van de voorkeursstrategie en van het Plan Sluizen op basis van dit onderzoek beide in de orde grootte van 8 miljard euro. De grootste onzekerheid bestaat bij de kosten van de gemalen (die zitten in Plan sluizen), de vervanging van de Maeslantkering (die zit in de VKS) en de kosten van de dijken (die zitten in de VKS en Plan sluizen). De investeringskosten voor de gemalen zouden een half miljard euro hoger kunnen liggen. De vervanging van de Maeslantkering zou gezien de hogere faalkanseis (1/1000 in plaats van de huidige 1/100) ook een stuk duurder uit kunnen vallen.
De kosten van de dijkversterkingen zouden fors lager kunnen liggen, een orde grootte van een miljard is mogelijk. Dit werkt echter zowel door in Plan Sluizen als in de VKS. Dit levert dus geen extra baten op voor het Plan Suizen (vergeleken met de voorkeursstrategie).
Het Plan Sluizen levert een besparing op in de kosten voor de dijkversterkingen in de komende eeuw. Totaal gaat het om ongeveer 0,7 tot 1,2 miljard euro (respectievelijk in 2070 of 2100). Ook wordt de vervanging van de Maeslantkering overbodig, dit levert een besparing van ruim 1 miljard euro op. Tegenover deze besparingen staat een ongeveer gelijkwaardige investering in de aanleg van sluizen en gemalen. Hierdoor komen de Voorkeursstrategie en het Plan Sluizen qua orde grootte van de investeringskosten gelijk uit. Bij het Plan Sluizen wordt uitgegaan van aanleg van de sluizen tussen 2030 en 2040. De investeringen voor het Plan Sluizen liggen dus relatief vroeg in de 21^e^ eeuw. De grootste baten (vermeden kosten voor de dijkversterkingen en vervanging van de Maeslantkering) zitten in de tweede helft van deze eeuw, wanneer de klimaatverandering echt doorzet.
3. <u>Contante waarde</u>: In termen van Contante waarden is de voorkeursstrategie goedkoper dan het Plan Sluizen indien dit plan in 2040 wordt uitgevoerd. Dit scheelt 20 tot 40%, afhankelijk van de gekozen discontovoet (die wordt binnenkort herzien) en het gehanteerde klimaatscenario. Het verschil is ook goed te verklaren op basis van het relatief vroege moment waarop de meeste investeringen plaatsvinden bij het Plan Sluizen en het relatief late moment waarop de baten (vermeden kosten voor dijkverhogingen) gaan optreden (pas na 2050). Indien de sluizen in 2070 worden aangelegd, komen de Contante Waarde-cijfers aanzienlijk dichter bij elkaar te liggen. Het verschil is dan tussen

de 0 en 5%. Dit verschil valt binnen de onzekerheidsmarges die met dit onderzoek zijn gemoeid.

4. Dijken: De kosten voor de dijken in de Voorkeursstrategie zijn ongeveer 5,2 tot 5,7 miljard euro, afhankelijk van het moment waarop de Maeslantkering wordt vervangen (respectievelijk in 2070 of 2100). Ondanks dat het Plan Sluizen geoptimaliseerd is ten opzichte van het Deltaprogramma blijken er ook in dit plan nog aanzienlijke kosten gemoeid met dijkversterking, totaal ongeveer 4,5 miljard euro. Dit heeft vooral te maken met het nu reeds bestaande tekort aan sterkte (stabiliteit en piping) bij veel dijken. Daarnaast lost het Plan sluizen ook het zettingsprobleem niet op (dijken die zakken door de slappe ondergrond). Het sterktetekort werkt ook sterk door wanneer op nieuwe normen wordt overgegaan, aangezien dan juist het sterktetekort, en in mindere mate een hoogtetekort, opgelost moet worden. Het in het overgrote deel van het gebied constant houden van de MHW's in het Plan Sluizen (de essentie van het plan) draagt onvoldoende bij aan het oplossen van (bestaande) sterkteproblemen en zetting, hiervoor zijn vooral constructieve ingrepen in de dijken nodig.
5. Scheepvaart: Er is nog grote onduidelijkheid over de kostenschattingen voor de scheepvaart door extra wachttijden in 2100. Alles bij elkaar zijn de verschillen tussen de cijfers die zijn gehanteerd voor de Voorkeursstrategie van het Deltaprogramma en die volgens de laatste inzichten zo groot, dat geconcludeerd kan worden dat de cijfers nog niet stabiel zijn. Het is dan ook lastig harde conclusies te trekken op basis van deze cijfers voor 2100.
Voor 2050 zijn de cijfers iets betrouwbaarder, omdat voor dat jaartal als basis de WLO-scenario's van de planbureaus gebruikt kunnen worden. Die gaan tot 2040. De extra jaarlijkse passagekosten in het Plan Sluizen in 2050 variëren tussen de 22 en 88 miljoen euro in 2050. Op basis van expert judgement wordt ingeschat dat dit waarschijnlijk een onderschatting is.
De extra passagekosten in 2100 variëren tussen de -18 en +140 miljoen euro in 2100. Bij de ramingen in de studies voor de Voorkeursstrategie lagen de getallen soms meer dan een miljard euro per jaar hoger.
Het verwijderen van de Volkeraksluizen levert winst op voor de scheepvaart. Hiervoor zijn extra infrastructurele maatregelen nodig in de omgeving van het Volkerak-Zoommeer om de afwatering vanuit West-Brabant mogelijk te houden. Deze kosten zijn niet in de raming opgenomen. Tevens moet onderzocht worden in hoeverre het verwijderen van de Volkerak-sluizen past in het internationale scheepvaartverdrag met België. Hierin is afgesproken dat de Schelde-Rijnverbinding slechts een beperkt getijverschil mag hebben, tussen de -1,0m en +0,5m NAP.
6. Zoetwater en verzilting: Zowel met de voorkeursstrategie als met het Plan Sluizen kan een zoetwatervoorziening worden gerealiseerd die voldoet aan de doelstellingen zoals die in het Deltaprogramma en het Nationaal Waterplan zijn geformuleerd, ook als het klimaat verandert. Een robuuste zoetwatervoorziening is een positief effect van het Plan Sluizen. Hiervoor hoeft niet extra te worden geïnvesteerd. Voor het Plan Sluizen wordt aangenomen dat de investering in de uitbreiding van fase 2 van de Kleinschalige wateraanvoer overbodig wordt. Het daarmee gemoeide bedrag van 45 miljoen euro is dus een vermeden uitgave. Het uitbreiden van de kleinschalige wateraanvoer (KWA) tot een permanente aanvoerroute is in de voorkeursstrategie niet direct nodig voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland. De KWA+ is robuust genoeg (zie ook de (stresstest Deltaprogramma Zoetwater; Deltares, 2015). Maar er zijn wellicht wel kansen voor veiligheid, natuur, economie en scheepvaart. Deze optie wordt in de voorkeursstrategie daarom opengehouden, ook na 2050. De komende jaren worden de voor- en nadelen van deze optie door het programmabureau Zoetwater verder onderzocht. De Permanente Oostelijke Aanvoer is ook in het

Plan Sluizen overbodig, omdat door de dam in de Nieuwe Maas de Hollandsche IJssel (en daarmee het innamepunt bij Gouda) niet meer kan verzilten. In de Voorkeursstrategie kan dat wel, waarbij vervolgens de KWA+ voldoende compensatie biedt om de zoetwateraanvoer te garanderen.
In de Voorkeursoplossing zal de verzilting in de loop van de eeuw steeds verder landinwaarts dringen. De zoetwatervoorziening kan echter worden geborgd, zelfs bij het meest extreme klimaatscenario.

7. Buitendijkse gebieden: In dit rapport zijn in kwalitatieve termen de gevolgen van het Plan Sluizen en de Voorkeursstrategie beschreven voor de ruimtelijke ontwikkeling buitendijks. Wat betreft de buitendijkse gebieden is gebleken dat de potentiële schade door overstroming zeer groot is, zowel in termen van geld (het kan oplopen tot vele miljarden) als voor mens en milieu. Op dit punt is dan ook een aparte aanbeveling geformuleerd. Voor zowel het plan Sluizen als de VKS zijn maatregelen mogelijk om de buitendijkse schade te kunnen beperken.
8. Natuur: Wat betreft de natuuraspecten leidt het Plan Sluizen tot een forse opgave. De laatste open verbinding met de zee wordt afgesloten. Met name de ADC-toets van Natura-2000 zal daardoor lastig worden. Er zal in ieder geval compensatie nodig zijn van natuur die verloren gaat, met name zoetwatergetijdenatuur en de open vismigratieroute voor het Rijn- en Maasstroomgebied. Kansen voor compensatie zijn er vooral op het Haringvliet, met de randvoorwaarde van een goede zoetwatervoorziening. De kosten voor compenserende maatregelen konden binnen de scope van deze studie niet worden gekwantificeerd.
In de Voorkeursoplossing zal het zout maken van het Volkerak-Zoommeer moeten worden gecompenseerd. Dit is opgenomen in het maatregelenpakket en de kostenraming.

8.3 Reflectie van de 6 ingenieurs

In deze paragraaf reflecteren de ingenieurs op de resultaten van het onderzoek. Met een aantal conclusies zijn zij het niet eens, en in deze paragraaf wordt dat toegelicht.

1. Waterveiligheid. De ingenieurs zijn van mening dat in de Voorkeursstrategie, waarbij de Maeslantkering in 2070 wordt vervangen door een nieuwe kering met een faalkans 1/1000, de veiligheid onvoldoende kan worden verzekerd. Vervanging van de kering, met een levensduur van circa 70 jaar, achten zij bij een doorgaande zeespiegelrijzing geen realistische optie. Als gevolg daarvan hebben de conclusies, voor zover deze betrekking hebben op een Maeslantkering met een faalkans 1/1000, hun inziens een hypothetisch karakter.
2. Investeringskosten. De ingenieurs geven aan, dat naar hun mening het Plan sluizen ten opzichte van de VKS 2 tot 3 miljard euro goedkoper is. Het verschil wordt veroorzaakt door de volgende punten:
   - In het Plan sluizen zou 700 M€ extra kunnen worden bespaard op de dijken. Dit berust op een inschatting van de ingenieurs.
   - De vervanging van de Maeslantkering in de VKS met een faalkans van 1/1000 zou 1,0 tot 1,5 miljard euro duurder zijn.
   - De kosten van de gemalen in Plan sluizen zijn 700 M€. In dit onderzoek is uitgegaan van 750 M€.
   - De ingenieurs gaan in hun kostenramingen uit van een post onvoorzien van 10 tot 20%. Zij baseren zich daarbij deels (voor de gemalen) op daadwerkelijk uitgebrachte offertes.
     In verband met de optredende buitendijkse schade (zie hoofdstuk 6 en bijlage 5) hebben de ingenieurs recent hun plan aangepast. De sluizen worden westwaarts gelegd, waardoor er slechts beperkte schade kan

ontstaan (zie bijlage 7). De schade wordt bij deze aangepaste versie geraamd op 0,1 miljard bij 1/10 jaar resp. 200 miljoen Euro en 300 miljoen Euro bij 1/100 jaar en 1/1000 jaar. De ingenieurs zijn van mening dat er bij de Voorkeursoplossing sprake is van een onacceptabel groot risico, zeker als de Maeslantkering als gevolg van zeespiegelstijging steeds vaker moet sluiten. De kans dat het buitendijks dan een keer misgaat als gevolg van een niet-sluitende stormvloedkering neemt dan navenant toe. Hetzelfde geldt voor de schade. Binnen het kader van deze studie kon deze aangepaste versie van het Plan sluizen variant niet meer worden doorgerekend.

De ingenieurs schatten in dat in de Voorkeursstrategie ten minste 750 miljoen euro extra moet worden uitgegeven om het buitendijks gebied te beschermen (zie conclusie 2). Ook dit kon in het kader van deze studie niet meer worden geverifieerd.

3. Contante waarde: De ingenieurs geven op basis van hun eigen aangepaste begroting en uitvoeringsplanning aan, dat de investeringsritmes van beide plannen veel dichter bij elkaar liggen, en dat de doorvertaling naar Contante waardes daarom niet relevant is.
4. Dijken: De ingenieurs zijn van mening dat er in het Plan sluizen 700 M€ extra bespaard zou kunnen worden. Zij wijzen erop dat de toegepaste ontwerp- en berekeningsmodellen onvoldoende gevalideerd zijn. In het Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden wordt vermeld: "De resultaten van de berekeningen zijn geschikt om alternatieven in een beleidsanalyse met elkaar te vergelijken. Ze zijn echter niet geschikt voor het ontwerpen van Dijken" (zie ook conclusie 2).
5. Scheepvaart. De ingenieurs merken op dat de passagekosten in 2100, als gevolg van het vaker sluiten van de Maeslantkering, voor deze kering en voor sluizen in dezelfde orde van grootte liggen. Voorts benadrukken zij dat de passagekosten niet ten laste van het Havenbedrijf komen. De omzetdaling van het Havenbedrijf wordt geschat op 0,5 %. Dat geldt dus ook voor de Voorkeursoplossing. Naar de mening van de ingenieurs zijn de passagekosten en de omzetdaling geen onderscheidend aspect in de afweging van belangen.
6. Zoetwatervoorziening en verzilting: In de Voorkeursoplossing zal de verzilting in de loop van de eeuw steeds verder landinwaarts dringen. Op basis van dit rapport wordt dat acceptabel geacht, omdat de zoetwatervoorziening kan worden geborgd. De ingenieurs plaatsen daar een vraagteken bij en wijzen erop dat er slechts een onderzoek op hoofdlijnen is uitgevoerd en dat het Deltares instrumentarium blijkt nog niet voldoende te functioneren.
7. Buitendijkse gebieden: De ingenieurs merken op dat in de Voorkeursstrategie de risico's sterk onderbelicht zijn gebleven. Uit het onderzoek door HKV blijkt dat in de Voorkeursoplossing de schade eens in de tien jaar 0,5 miljard bedraagt. Voor eens in de 100 jaar en eens in de 1000 jaar bedraagt de schade resp. 0,7 miljard en 1,6 miljard. Voor eens in de 10.000 jaar loopt de schade, volgens een onafhankelijk onderzoek, op tot 10 – 20 miljard. De sociale impact is enorm. Hetzelfde geldt voor de gevolgen voor het milieu.

8.4 Aanbevelingen, mede naar aanleiding van de reflectie van de 6 ingenieurs

In dit rapport is een groot aantal aanbevelingen geformuleerd. In dit hoofdstuk worden de vier belangrijkste samengevat, Hierbij zijn de reflectiepunten van de zes ingenieurs in acht genomen.

1. Het buitendijks gebied in de RijnMaasmonding is kwetsbaar voor overstroming. Hiervoor gelden geen waterveiligheidsnormen. De gemeente Rotterdam is inmiddels begonnen met het ontwikkelen van beleid voor het buitendijks gebied. Aanbevolen wordt de bevindingen van dit onderzoek hierin mee te nemen.

2. Het Plan Sluizen en de Voorkeursstrategie kennen aanzienlijke kosten voor dijkversterking. Na de volgende toetsronde (in 2023) is er meer duidelijkheid over de staat van de dijken in de Rijn-Maasmonding. Aanbevolen wordt om dan nog eens goed naar de kosten voor de dijken te kijken, want in beide varianten nemen die een groot deel van de kosten voor hun rekening (4,5 tot 5,2 miljard euro). Niet uitgesloten is dat de kosten van de dijkversterkingen lager kunnen worden. Als dat het geval blijkt te zijn, werkt dat evenredig door in beide varianten. Hierdoor zal het verschil in investeringskosten tussen Plan sluizen en de Voorkeursstrategie niet significant veranderen. Dit zal dan dus ook geen consequenties hebben voor de conclusies van dit onderzoek.
3. De berekende kosten voor de scheepvaart zijn substantieel lager dan berekend in het Deltaprogramma, tegelijk wordt opgemerkt dat de onzekerheden in de uitkomsten groot zijn. In de beschikbare tijd was het niet mogelijk hiernaar gedegen onderzoek te doen, dit zou in een vervolg meer aandacht verdienen. Overigens leidt dit naar verwachting niet tot andere conclusies van dit onderzoek.
4. Ook de raming van de gemalen is met een grote onzekerheid omgeven. Gemalen op deze schaal zijn nog nooit gemaakt. Dat maakt het lastig om op basis van ervaring een goede raming te maken. Eigenlijk zou het ontwerp verder uitgewerkt moeten worden om vanuit de concrete opbouw van de gemalen met enige zekerheid uitspraken over de kosten te kunnen doen. De ingenieurs hebben dat gedaan. Vanwege die reden zijn de kostenramingen van de ingenieurs integraal meegenomen in deze studie. Dit leidt overigens niet tot andere conclusies. De kostenraming voor de vervanging van de Maeslantkering in 2070 is gezien de lange zichttermijn nog met grote onzekerheid omgeven. Voor een betere kostenraming is een uitgewerkt ontwerp nodig. Het moment waarop is afhankelijk van de mate van zeespiegelstijging. De Maeslantkering is ontworpen voor een maximale zeespiegelstijging van 60 cm. Aanbevolen wordt de zeespiegelstijging goed te monitoren, zodat op tijd gestart kan worden met het ontwerp en de bestuurlijke besluitvorming.

8.5 Slotbeschouwing

Uit de conclusies van dit onderzoek blijkt, hierbij de reflectie van de zes ingenieurs in acht nemend, dat sluizen in de Rijn- Maasmonding een serieuze optie zijn voor het aanpakken van de waterveiligheids- en zoetwateropgave, in ieder geval voor de tweede helft van deze eeuw. Aanbevolen wordt om deze optie open te houden in de Voorkeursstrategie van Rijnmond-Drechtsteden. Op basis van dit onderzoek is er geen reden om op korte termijn te besluiten tot de afsluiting van de Rijn-Maasmonding met sluizen.
Of, en zo ja wanneer, er gekozen moet worden voor sluizen is vooral afhankelijk van de zeespiegelstijging en mogelijk ook de sociaal-economische ontwikkeling in de RijnMaasmonding. Aanbevolen wordt om in ieder geval bij de vervanging van de Maeslantkering serieus te kijken naar sluizen. Afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging is dat tussen 2070 en 2100. Om snelle besluitvorming mogelijk te maken, wordt aanbevolen om tijdig een meer gedetailleerd plan uit te werken. Tevens wordt aanbevolen zeespiegelstijging en rivierafvoeren goed te monitoren, zodat een eventuele versnelling van klimaatverandering tijdig wordt onderkend.

Referenties

Bruggeman et al, 2011
Deltascenario's; Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 – 2012, december 2011.

Bruggeman W. & E. Dammers, 2013.
Deltascenario's voor 2050 en 2100. Nadere uitwerking 2012-2013'. Deltares, PBL, KNMI, CPB, LEI; april 2013.

CROW, 2010; Standaardsystematiek voor kostenramingen SSK-2010, CROW-publicatie 137, feb 2010.

Deltaprogramma, 2012
Deltaprogramma 2012. Werk aan de Delta, maatregelen van nu, voorbereiden voor morgen, Ministerie van IenM en ELI, september 2011.

Deltaprogramma, 2013
Deltaprogramma 2013. Werk aan de Delta, de weg naar deltabeslissingen, Ministerie van IenM en ELI, september 2012.

Deltaprogramma, 2014
Deltaprogramma 2014. Werk aan de Delta, kansrijke oplossingen voor opgaven en ambities, Ministerie van IenM en ELI, september 2013.

Deltaprogramma, 2014a
Synthesedocument Deltaprogramma Zoetwater, Deltaprogramma, augustus 2014

Deltaprogramma, 2014b
Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden, Deltaprogramma, juli 2014

Deltaprogramma, 2014c
R. Vos en J. Kind; Voorkeursstrategie DPRD op basis van de KBA waterveiligheid, memo Deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden, mei 2014

Deltaprogramma, 2014d
Advies Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, juni 2014

Deltaprogramma, 2014e
Vos, R.J, Compilatie van de onderbouwing van de keuze Open of Gesloten Nieuwe Waterweg. Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. Mei 2014

Deltaprogramma, 2015
Deltaprogramma 2015, Werk aan de delta, de beslissingen om Nederland veilig en leefbaar te houden, H2.4 Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie. Ministerie van I&M en EZ, september 2014

Deltares, 2012
Deltares, Effecten van mogelijke strategieën voor adaptatie aan klimaatverandering. Gebied Rijnmond-Drechtsteden. Juni 2012.

Deltares, 2014a
Kwalitatieve analyse effect nieuwe KNMI'14 scenario's voor de Deltabeslissingen, Deltares mei 2014

Deltares, 2014b
K. Stone, J. Kind, M. Maarse; Kosten-batenanalyse voor varianten afsluiting zeezijde Rijnmond-Drechtsteden, Deltares, 1209121-009, 2014

Deltares, 2015a
Cumulatieve effecten van externe ingrepen voor de zoetwatervoorziening in de 21^e eeuw, Deltares, 1220104-000, 2015

Deltares, 2015b
Kind, J., et al., 2015. Achtergronddocumentatie Blokkendoos DPRD 1.0 en 2.0, rapport 1208514-003-VEB-0002. Deltares. Februari 2015.

Deltares, 2015c
Cumulatieve effecten van externe ingrepen voor de zoetwatervoorziening in de 21^e eeuw, rapport 1220104-000-VEB-0004, oktober 2015.

Defacto, 2015
Motie Geurts: deelproject Ruimtelijke Ordening buitendijks, workshopverslag, juli 2015

ECKB, 2015
S. Prins; Spreadsheet met kostenraming t.b.v voorkeursstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden en Plan Sluizen, juli 2015

Ecorys, 2015
Beantwoording motie Geurts: effecten scheepvaart, Ecorys, Rotterdam, 1 juli 2015

Grontmij, 2015
H.W. Steenaart, B. Spaargaren; Gemalen Oude Maas en Nieuwe Maas, Review gemalen 1.000 m^3/sec en 2.000 m^3/sec, 20150722HS_BS_346111, 23 juli 2015

Hoogwaterbeschermingsprogramma, 2015
Prioritering HWBP lange termijn obv afstand tot de nieuwe norm, 2015

HKV, 2012
T. Botterhuis, T. Rijcken, M. Kok en A. van der Toorn; Onderzoek faalkans in kader van Kennis voor Klimaat, Beantwoording van vragen DP Rijnmond-Drechtsteden, HKV en TU Delft, PR2002.10, april 2012

HKV, 2014a
H. Vreugdenhil en J. Stijnen; Effect van waterberging Oosterschelde op MHW en HBN in het Noordelijk Deltabekken als gesloten en afsluitbaar systeem, HKV, PR2978.10, november 2014

HKV, 2014b
B. Maaskant; Overzicht opgave nieuwe normering per faalmechanisme obv VNK2 resultaten, juni 2014

HKV, 2015a

J. Stijnen en T. Botterhuis; Verdieping van varianten voor het afsluiten van de Rijnmond, MHW en HBN berekeningen in de Rijn-Maasmonding, HKV, PR3014.20, september 2015

HKV, 2015b
T. Botterhuis; Kosten dijkversterkingen Plan Sluizen, HKV, memorandum PR3014.40, juli 2015

HKV, 2015c
J. Stijnen en T. Botterhuis; Toelichting bepaling buitendijkse (economische) schade, HKV, Memorandum PR3014.30, juli 2015

HKV, 2015d
T. Botterhuis; Verslag workshop 'onzekerheids-/robuustheidsanalyse motie Geurts' 18-06-2014, HKV, Memorandum PR3014.30, juli 2015

KNMI, 2014; KNMI ’14-Klimaatscenario’s voor Nederland, Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, 2014.

MinIenM, 2009; Ministerie van Infrastructuur en Milieu (min I&M), Het Nationaal Waterplan 2009-2015, 2009.

MinIenM, 2014; Ministerie van Infrastructuur en Milieu (min I&M), Herziening Nationaal Waterplan, september 2014.

MinIenM, dec 2014; Ministerie van Infrastructuur en Milieu (min I&M), Ontwerp Nationaal Waterplan 2, december 2014.

MinIenM, 2012
Mirt-verkenning capaciteitsuitbreiding Volkeraksluizen, verkenningenrapport-hoofdrapport, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat Zuid Holland, september 2012

MinIenM, 2015
Stand van zaken moties en toezeggingen n.a.v. WGO Water van 17 november 2014 en aanbieden adviezen Adviescommissie Water, Brief Ministerie van Infrastructuur en Milieu aan Tweede Kamer, IENM/BSK-2015/105686, 16 juni 2015

Stratelligence, 2014
Economische analyse Zoetwater ten behoeve van de Voorkeursstrategie Zoetwater, Stratelligence, Leiden, juni 2014

Tweede Kamer, 2014
Tweede Kamer der Staten Generaal, 34000-J, Vaststelling van de begrotingsstaat van het Deltafonds voor het jaar 2015, Motie van het lid Geurts, 34000-J-15, WGO 17 november 2014.

Van Dorsser, 2015
Dorsser, J.C.M. van, Very Long Term Development of the Dutch Inland Waterway Transport System - Policy Analysis, Transport Projections, Shipping Scenarios, and a New Perspective on Economic Growth and Future Discounting, TU-Delft, mei 2015.

Bijlagen

Bijlage 1: Toelichting bij brief van de 6 ingenieurs aan de Minister van Infrastructuur en Milieu dd. 2 juli 2014

Nader onderzoek nodig naar afsluiting Nieuwe Waterweg
De Deltacommissaris komt op Prinsjesdag met ontwerp besluiten die van wezenlijk belang zijn voor de veiligheid en de zoetwatervoorziening van Nederland de komende eeuw, tegen de achtergrond van klimaatverandering en zeespiegelstijging. Het Rijnmond-Drechtstedengebied is daarbij een belangrijk aandachtspunt. Het is een van de meest kwetsbare gebieden van West-Nederland, waar afvoer van de grote rivieren en het vanuit zee binnendringende getij treffen elkaar. Het gebied ligt diep beneden N.A.P. Er is sprake van een grote bevolkingsconcentratie en hoge economische waarden.
Tegelijk is het de plek waar grote hoeveelheden zoetwater de zee in gaan en de zouttong vanuit zee tot ver in ons zoetwatersysteem kan binnendringen.
Een afgesloten Nieuwe Waterweg biedt de grootste veiligheid tegen overstromingen en heeft de meeste potentie om te voorzien in voldoende zoetwater voor Nederland. De verzilting wordt buitengesloten. Onzekerheden voor het bedrijfsleven worden verkleind.
Tegenover deze voordelen staan nadelen. Sluizen vormen een belemmering voor de scheepvaart en hebben mogelijk gevolgen voor het activiteitenniveau in de haven. Er zullen ecologische aanpassingen optreden. Het gaat dus om de afweging van tegenstrijdige belangen.
De Deltacommissaris heeft meerdere strategieën verkend. Een van de belangrijkste principiële keuze betrof het al dan niet afsluiten van de Nieuwe Waterweg met scheepvaartsluizen en een spuimiddel. Deze is in een vroeg stadium en onvoldoende onderbouwd afgevallen. Het betreft een beslissing die uiteenlopende grote belangen raakt en vergaande consequentie heeft. Een dergelijk besluit dient te worden voorgelegd aan de Tweede Kamer.
Naast het vigerende voorstel van de Deltacommissaris met een open Nieuwe Waterweg, moet een op vergelijkbaar niveau uitgewerkt voorstel met afgesloten Nieuwe Waterweg worden aangeboden. Deze notitie draagt daarvoor bouwstenen aan.

Uitgangspunten.
De hoofdopdracht van het Deltaprogramma is de veiligheid en de beschikbaarheid van voldoende zoetwater van goede kwaliteit te verzekeren. Vanuit deze opdracht wordt een integrale visie ontwikkeld. Voor de veiligheid gaat deze notitie over een gebied breder dan Rijnmond-Drechtsteden. Het raakt ook een deel van het benedenrivierengebied, het Volkerak-Zoommeer en daarmee de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. Voor de beschikbaarheid van zoetwater heeft deze notitie een Nederland-breed karakter.
Het in dit kader ontwikkelde basisconcept is het uitgangspunt. Vervolgens moet het worden getoetst op de impact voor andere aspecten. Het gaat daarbij om commerciële belangen, om ecologische inzichten, ruimtelijke inrichting en dergelijke. Uitsluitend als deze aspecten zeer zwaar wegen of als er onoverkomelijke problemen ontstaan, kan van het basisconcept worden afgeweken. Ten slotte: wat gaat het verzekeren van de veiligheid en de beschikbaarheid van voldoende zoetwater de Nederlandse belastingbetaler kosten.

Hoofdlijnen van de integrale visie.
1. De veiligheid tegen overstromingen vanuit zee is maximaal gewaarborgd met een met sluizen afgesloten Nieuwe Waterweg.

2. De zoetwatervoorziening is optimaal gewaarborgd met een afgesloten Nieuwe Waterweg. In perioden met lage rivierafvoeren wordt het zoete water niet naar zee afgevoerd, maar blijft beschikbaar. De verzilting wordt tegengegaan.
3. In een situatie van storm met hoge rivierafvoeren worden de Stormvloedkeringen gesloten en kan het rivierwater niet rechtstreeks naar zee worden afgevoerd. Beperking van oplopende waterstanden is mogelijk door het rivierwater te bergen en af te voeren via de Zeeuwse wateren. Met een samenhangend pakket kan zo de veiligheid van het achterland aanzienlijk worden verbeterd.

Sluizen in de Nieuwe Waterweg.
Sluizen zijn een effectief en beproefd middel om hoge waterstanden vanuit zee te weerstaan en vervangen de functie van de huidige Maeslantkering, die alleen bij hoge waterstanden wordt gesloten. Mochten de door het KNMI voorspelde weersextremen inderdaad optreden, dan zal de sluitingsfrequentie van de Maeslantkering toenemen, waardoor vaker een afsluiting van de Nieuwe Waterweg ontstaat. Sluizen waarborgen altijd doorgang, en zijn relatief eenvoudig aan te passen aan veranderende gemiddelde zeespiegelhoogten.
Het besluit van de Deltacommissie in 2012 om de strategie met sluizen in de Nieuwe Waterweg niet verder te ontwikkelen, was in hoofdzaak gebaseerd op de hoge investeringskosten (euro 1,6 – 3,2 miljard), de stagnatiekosten voor de scheepvaart en het risico dat goederenstromen zich zou verleggen naar andere havens. De sluizen waren zeewaarts gesitueerd ter hoogte van de Maeslantkeering.
Niet is onderzocht een meer oostelijke locatie, bijvoorbeeld ter hoogte van de Beneluxtunnel. Het aantal zeeschepen dat sluizen op deze locatie moet passeren ligt aanzienlijk lager. Ondernemers in de haven verwachten dat in de komende 20 jaar het aantal zeeschepen daar eerder zal afnemen dan toenemen. De traditionele havenactiviteiten in de oostelijke havens worden commercieel steeds minder aantrekkelijk. De dieper stekende zeeschepen kunnen deze havens niet bereiken. De ontwikkeling van de Rotterdamse haven vindt in westelijke richting plaats.
De economische groeiscenario's die voor de berekening van de stagnatiekosten worden toegepast, moeten worden gesplitst over de diverse havengebieden. Er is een (groot) verschil in groeiverwachting tussen de Europoort havens en de oostelijke havens. Er zijn voldoende argumenten die wijzen in de richting van in de tijd stabiele of afnemende stagnatiekosten voor de zeevaart bij oostelijk gelegen sluizen.
De stagnatiekosten voor de binnenvaart, die bij groei van de westelijke havens meer goederen naar het achterland moeten vervoeren, zal toenemen. Deze kosten kunnen worden begrensd door voldoende binnenvaartsluizen aan te leggen, waardoor de stagnatietijd beperkt blijft tot 30 - 45 minuten. Op een vaartijd naar bijvoorbeeld Duitsland van één of meer dagen en een gemiddelde verblijftijd van binnenvaartschepen in de haven van 27 uur, is dat bescheiden. De vervoerders zien grotere problemen in de bevaarbaarheid van de rivieren bij lage en/of hoge waterstanden. De kosten daarvan zijn vanuit contractuele verplichtingen moeilijk in te schatten. Dat geldt dan met name voor containercontracten. Voor bulkcontracten is dat minder het geval. De vaartijd daarvan is contractueel minder gevoelig.
De stagnatiekosten voor de binnenvaart worden voorts grotendeels gecompenseerd door het buiten gebruik stellen van de Volkeraksluizen.
Het risico dat goederenstromen zich vanwege sluizen verleggen naar andere havens is voor bulkproducten zeer klein. Voor containers ligt het gevoeliger. Daar spelen evenwel ook andere factoren een rol. Genoemd kan bij voorbeeld worden de door de Overheid opgelegde toegenomen kosten van het keuren van producten. Dat was aanleiding voor vervoerders uit te wijken naar bijvoorbeeld Antwerpen. Dat zeeschepen in de Antwerpse haven feitelijk te maken hebben met "sluizen", speelt

blijkbaar geen wezenlijke rol. Indien maatregelen een groot maatschappelijk doel dienen, dan moeten commerciële belangen van de haven daarvoor wijken.
Zoetwater
De Nieuwe Waterweg is de enige open verbinding van het riviersysteem met de zee. Onder normale omstandigheden levert die geen enkel probleem, in een situatie van extreme droogte is dat wel het geval. Dan is veel zoet water nodig om de oprukkende verzilting vanuit zee tegen te gaan, terwijl dat water ook nodig is om de droogteschade te voorkomen. Dit is een spagaat in de aanpak van de zoetwaterproblematiek waar het huidige Deltaprogramma geen antwoord op geeft. Afsluiting van de Nieuwe Waterweg met een sluis en een spuimiddel levert dat antwoord wel: in tijden van grote droogte houdt een sluis het zoute water grotendeels tegen, terwijl de afvoer van het zoete rivierwater kan worden gedoseerd, net naar de behoefte die binnenlands bestaat en het beslag die dat legt op de beschikbare zoetwatervoorraad.
In het Deltaprogramma is de beoordeling van de zoetwater situatie thans vooral gebaseerd op ervaringen uit het verleden. De klimaatscenario’s laten echter zien dat er in de toekomst grotere fluctuaties in regenval en droogte periodes verwacht kunnen worden. Of en in welke mate er in de toekomst sprake zal zijn van een (ernstig) tekort aan zoet water, moet met behulp van een risicoanalyse worden onderzocht. Daartoe behoort ook een inschatting van mogelijke schades alsmede welke maatregelen ter voorkoming of vermindering daarvan kunnen worden getroffen. Dat geldt ook voor de schade als gevolg van verzilting. Deze schadepost is tot nu toe buiten beeld gebleven.
Er is behoefte aan een integrale langere termijn visie op de zoetwatervoorziening in Nederland. Dat is een voorwaarde om in nauwe samenhang met de veiligheid tot een optimale oplossing te komen.
Zo’n integrale visie betreft tal van belangen. Drinkwater, industriewater, water voor land- en tuinbouw, water voor het doorspoelen van met verzilting bedreigde gebieden, water voor de instandhouding van kwetsbare natuurgebieden, water om uitdroging van daarvoor gevoelige dijken te voorkomen en ten slotte instandhouding van een acceptabel grondwaterpeil. Welke schade voor al deze belangen ontstaat als gevolg van een tekort aan kwalitatief goed zoet water, loopt uiteen. Dat geldt nog sterker voor de potentiële grootte van de schade. Zo kan de schade aan paalfunderingen als gevolg van een laag grondwaterpeil in de miljarden lopen. In het droge jaar 1976 bedroeg de schade voor de land- en tuinbouw euro 1,8 miljard. Het gaat dus om zeer substantiële bedragen waarvan de frequentie van voorkomen mogelijk zal toenemen. Het KNMI wijst erop dat naast extreme jaren zoals 1976, ook meer voorkomende, soms aaneengesloten droge perioden moeten worden beschouwd. Rond de gemiddelde waarde van neerslag- verdamping, is sprake van een grote spreiding in de scenario’s van het KNMI.
De schatting van de schade voor land- en tuinbouw loopt zeer sterk uiteen en wordt over relatief korte periodes sterk bijgesteld. Zo wordt in het Deltarapport “Systeemmaatregelen West Nederland” van december 2012 de schade in de huidige situatie voor de land- en tuinbouw geschat op euro 0,4 miljard/jaar. Schade in de glastuinbouw en schade ten gevolge van verzilting is hierin niet verdisconteerd. In het scenario “stoom en warm” loopt de schade in 2050 op tot euro 1,1 miljard/jaar. In een recent rapport wordt de zoetwaterschade in 2050 geraamd op euro 10 miljoen/jaar, voor zowel het scenario “warm” als voor het scenario “stoom”. Een zo sterke variatie in de schadebedragen leidt tot de conclusie dat we het in feite niet weten. Daar komt nog bij dat bovenstaande schattingen uit één bron komen. De schattingen van het bedrijfsleven (LTO) wijken hier sterk vanaf.
Onder dergelijk onzekere omstandigheden is de keuze voor een afgesloten Nieuwe Waterweg niet moeilijk. Bij gelijke kosten is het kunnen beschikken over zoetwater

bij lage rivierafvoeren potentieel een groot voordeel. Hoe groot dat voordeel is zal moeten blijken uit de risicoanalyse.

Storm vanuit zee gecombineerd met hoge rivierafvoer

Afsluiting van de Nieuwe Waterweg is een effectief middel om hoge zeewaterstanden bij storm te keren. Is er tegelijkertijd sprake van hoge rivierafvoeren, dan kan dit water niet meer via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet op zee worden geloosd en is een andere oplossing nodig. Die bestaat uit de volgende onderdelen.

- Het bergingsgebied vergroten. Daarvoor komen in aanmerking het Volkerak-Zoommeer en het Grevelingenmeer. Reeds is besloten het Volkerak-Zoommeer als zodanig in te zetten.
- Het beperken van het oplopen van de waterstanden op de bergingsgebieden en daarmee in het Rijnmond-Drechtsteden gebied. Dit kan worden bereikt door het water via een doorlaatmiddel naar de Oosterschelde (vanaf het Volkerak-Zoommeer) of naar zee (vanaf het Grevelingenmeer) af te voeren. Voor de afvoer naar de Oosterschelde wordt in de Philipsdam een spuimiddel aangelegd. Bij storm wordt de Stormvloedkering in de Oosterschelde vroegtijdig gesloten. Een aangepast sluitingsprogramma wordt alleen toegepast in de combinatie van een storm en hoge rivierafvoeren. Dat is eens in de paar honderd jaar het geval. Aan de westkant van de Philipsdam wordt een zo laag mogelijk peil gerealiseerd. Vanaf het Volkerak-Zoommeer wordt via het spuimiddel water afgelaten op de Oosterschelde. Vanaf het Grevelingenmeer kan met inzet van de eventueel te bouwen getijcentrale in de Brouwersdam het water naar zee worden gepompt. Vanuit kostenoogpunt verdient de optie met een spuimiddel in de Philipsdam de voorkeur. Ook is de bouw van een getijcentrale onzeker.
- Uit onderzoek blijkt dat de grootte van de doorstroomopening in de Volkerakdam grote invloed heeft op de verlaging van de waterstanden op het Haringvliet, het Hollandsch Diep en verder noordwaarts. In het basisconcept wordt daarom gekozen voor een open verbinding tussen Volkerak-Zoommeer en het Haringvliet. De reductie van de waterstanden op het noordelijk bekken is daardoor optimaal.

Met scheepvaartsluizen en een spuisluis in de Nieuw Waterweg, een open verbinding Volkerak-Zoommeer en een spuisluis in de Phlipsdam wordt een grote verlaging van de maatgevende waterstanden gerealiseerd. In het scenario 2100 met een zeespiegelstijging van 0,85 m en een Rijnafvoer van 18.000 m^3/s, wordt bij Rotterdam een verlaging van 1,1 m bereikt en blijft de maatgevende waterstand 0,4 m beneden het huidige niveau.

Bij een open Nieuwe Waterweg met de huidige Maeslantkering, de huidige doorstroomopening in de Volkerakdam en met berging op het Volkerak-Zoommeer wordt bij Rotterdam in het scenario 2100 geen verlaging van de maatgevende waterstand gerealiseerd. De maatgevend waterstand stijgt met 0,7 m ten opzichte van het huidige niveau.

De vraag is welk gewicht moet worden toegekend aan een verschil in maatgevende waterstanden in de orde van één meter. In de benadering van de Deltacommissaris wordt daaraan in feite geen gewicht toegekend. Door de dijken aan te passen aan het maatgevende niveau, wordt hetzelfde veiligheidsniveau bereikt. Deze benadering gaat uit van een grote nauwkeurigheid in het voorspellen van natuurlijke processen en de fysieke mogelijkheid dijken te versterken.

Als ervaren waterbouwkundigen hebben we in de praktijk één ding geleerd: de natuur is niet met grote precisie te voorspellen en zorgt telkens voor verrassingen. Het KNMI wijst daar ook op. In de computermodellen, die de stabiliteit van dijken berekenen, is per definitie sprake van een schematisering van de werkelijkheid. De grote spreiding in de samenstelling van bestaande dijken van doorgaans honderden

jaren oud en van de ondergrond manen tot voorzichtigheid. Wij zijn voorstander van de ontwikkeling van dit type modellen. De resultaten zijn richtinggevend, maar moeten op basis van kennis en praktijk ervaring worden beoordeeld. De waarde van de modellen stijgt naarmate de toetsing in praktijksituaties breder heeft plaatsgevonden. Dat is nu in zeer beperkte mate het geval.
In de brief van 27 augustus 2013 aan de Tweede Kamer hebben wij aangegeven dat het in de organisatie van de Deltacommissaris ontbreekt aan ervaren waterbouwkundigen. Dat brengt ons tot de volgende conclusie.
De voorstellen van de Deltacommissaris berusten sterk op in studeerkamers bedachte strategieën. Deze strategieën zijn gebaseerd op rekenmodellen die er van uitgaan dat natuurlijke processen met grote precisie kunnen worden gemodelleerd. Dat is niet het geval. Wij zijn daarom van mening dat een substantieel lager niveau van maatgevende waterstanden inherent veiliger is. Lagere dijken sluiten meer aan bij de bestaande situatie waarmee ervaring is opgedaan.
Er zijn nog andere overwegingen die leiden tot een voorkeur voor zo laag mogelijke maatgevende waterstanden. Te denken valt aan landschappelijke en ruimtelijke aspecten. Zo wordt in het programma "Ruimte voor de rivier" euro 2,3 miljard besteed voor het verlagen van de gemiddelde waterstand op de rivieren met 0,1 m á 0,2 m.

<u>Consequenties op andere aspecten</u>
Hiermee is ons basisconcept geschetst. Afsluiting van de Nieuwe Waterweg met een spuimiddel en een sluis, gesitueerd ter hoogte van de Beneluxtunnel, zorgt voor hogere veiligheid door het direct keren van de zee en verlaging van de maatgevende waterstand door de Zeeuwse wateren bij de afvoer van het rivierwater te betrekken, en ze leveren een wezenlijke bijdrage aan het robuust maken van ons zoetwatersysteem.
Uiteraard heeft die afsluiting ook zijn keerzijde. Al genoemd en besproken zijn de gevolgen voor de haven en de scheepvaart. Er zijn ook gevolgen voor de ecologie van het watersysteem en er zijn kosten.

<u>Ecologie.</u>
Het basisconcept zal de ecologie in het gebied doen veranderen. Vergeleken met de veranderingen ten opzichte van de uitgevoerde Deltawerken, zijn de veranderingen kleiner. Zo veranderde het Volkerak-Zoommeer van een gebied met een zout verticaal getij van ca. 4,0 m in een zoet stagnant meer. In een periode van 30 jaar heeft de natuur zich in het gebied kennelijk zodanig aangepast dat het waardevol is, zij het dat aan de doorstroming iets moet worden gedaan. Elke verandering nu wordt zeer kritisch beoordeeld. Aanbevolen wordt de opmerking in het Deltarapport "Deelrapport verkenning effecten op natuur", in gedachte te nemen. Citaat: Grootschalige ingrepen in het watersysteem leiden tot veranderingen van watertype of milieutype. De specifieke beleidsdoelstellingen zijn toegesneden op de huidige watertypen en milieus. Veranderingen die natuurontwikkeling in nieuwe milieus mogelijk maken kunnen soms juist als gunstig worden beoordeeld, waar het huidige doelenstelsel veeleer behoud van de status quo beoogt. Einde citaat.
In het rapport "Nut en noodzaak maatregel Waterberging Volkerak-Zoommeer" wordt opgemerkt: "Een EHS saldobenadering, waardoor het oppervlak natuur minimaal gelijk blijft, is niet haalbaar. Er is voor waterberging sprake van een groot openbaar belang; veiligheid tegen overstromen van het Benedenrivieren gebied". Blijkbaar kan er worden afgeweken van de EHS normen als er sprake is van een groot maatschappelijk belang.
Doorgaans veroorzaken stagnante gebieden zonder voldoende doorstroming problemen. Zowel zoet als zout. Het Volkerak-Zoommeer en het Grevelingenmeer zijn daarvan een voorbeeld. Met een spuimiddel in de Philipsdam en het beschikbaar

hebben van voldoende zoetwater bij lage rivierafvoeren, kan het zoete Volkerak-Zoommeer naar behoefte worden doorgespoeld
Met het spuimiddel in de Nieuwe Waterweg kan, in samenhang met de Haringvlietsluizen een "kierprogramma" worden ingesteld. Welk "schijngetij" met zoet-zout gradiënt daardoor ontstaat is niet onderzocht.
Overigens, indien het zeeniveau werkelijk zou stijgen, een meter of meer, is de enige reële oplossing voor de afvoer van rivierwater het afsluiten van de zeearmen en het installeren van gemalen. In zo'n scenario is er tot die tijd sprake van een overgangssituatie en is de wens voor een zout getij regiem dus tijdelijk houdbaar.
De combinatie van zee-invloed en rivierafvoer is uniek en daardoor niet vergelijkbaar met de Oosterschelde. De Stormvloedkering aldaar heeft alleen te maken met invloeden uit zee.

Kosten.
In het voorstel Rijnmond-Drechtsteden van de Deltacommissaris worden de kosten tot 2100 geraamd op euro 6 – 8 miljard. Op welk scenario deze raming berust wordt uit het voorstel niet duidelijk. Om maar eens wat te noemen: Is de raming van de veiligheidskosten gebaseerd op bestaande normen en grondslagen, of is al geanticipeerd op nieuwe normen die nog moeten worden vastgesteld? Is in de raming opgenomen de vervanging van de Maeslantkering en de kering in de Hollandsche IJssel? Zoals eerder aangegeven betreft deze notitie de veiligheid een breder gebied dan Rijnmond-Drechtsteden en moet de zoetwatersituatie landelijk worden beoordeeld. Of de raming deze breedte omvat is eveneens onduidelijk. In zijn algemeenheid vertonen de ramingen die zichtbaar zijn een (zeer) grote marge. Plus of min 30% - 50% is geen uitzondering. Dat kan nog acceptabel zijn in een verkenningsfase waar strategieën onderling worden vergeleken. Die fase is met het huidige voorstel inmiddels gepasseerd.
Wij zijn dan ook terughoudend met een uitspraak over de integrale kosten van het basisscenario met sluizen en een spuimiddel in de Nieuwe Waterweg ten opzichte van het voorstel van de Deltacommissaris. Op grond van jarenlange ervaring met grote projecten is de voorzichtige inschatting dat de kosten in dezelfde orde van grootte liggen. Voor het nemen van een verantwoorde beslissing over de vraag welk scenario de voorkeur verdient, dienen de kosten van beide scenario's goed en onderling vergelijkbaar te worden geraamd. De raming moet op een niveau zijn dat past bij het gewicht van de beslissing.

Andere aspecten
Er zijn twee andere fundamentele redenen om het voortstel van de Deltacommissaris nader te bezien. De ene heeft te maken met de keuze voor een adaptiestrategie, de andere met de wijze waarop de investeringskosten worden gewaardeerd.

De adaptatiestrategie.
Deze strategie is gebaseerd op de gedachte dat de klimaatontwikkelingen geleidelijk verlopen.
Op basis van metingen kan de ontwikkeling worden gevolgd. Stapsgewijs kunnen dan in de loop van de tijd elkaar aanvullende maatregelen worden getroffen om de veiligheid te verzekeren en te zorgen voor voldoende zoetwater.
De stijging van de zeespiegel verloopt geleidelijk. Daar past deze strategie bij. Zwaardere stormen, perioden met hevige regenval en langdurige droogten verlopen niet volgens een geleidelijk patroon. Zij kunnen zich deze eeuw onverwacht en onvoorspelbaar voordoen. De frequentie waarmee deze extremere situaties zich voordoen vormt een ander punt van onzekerheid. Er kunnen op dit punt aan metingen pas betrouwbare conclusies worden verbonden, als er sprake is van

voldoende waarnemingen over een voldoend lange periode. Voor het voorkomen van schade lopen we dan achter de feiten aan.
Er moet dus een andere aanpak worden gevolgd. Hier past de benadering die sinds de ramp in 1953 wordt gevolgd. Wat is de kans op extreme situaties en welke maatregelen moeten tijdig worden getrokken om ernstige problemen te voorkomen? Op basis van een statistische benadering worden maatgevende hoogwaters vastgesteld en wordt de stabiliteit van dijken beoordeeld. Het KNMI heeft aangegeven dat de onzekerheden in de klimaatmodellen te groot zijn om er een kansberekening op te baseren. Wat rest is een benadering met een meer praktisch karakter. Het gaat daarbij om vragen als:
Is een zomer met hogere temperaturen en lagere rivierafvoeren en/of verdamping dan in het verleden mogelijk in de komende 25 of 50 jaar:
a) onwaarschijnlijk;
b) waarschijnlijk;
c) niet uit te sluiten?

Eenzelfde vraagstelling kan voor andere ontwikkelingen worden geformuleerd.

Behoudens voor de zeespiegelrijzing, is de adaptatie strategie geen goede benadering. Het scenario "het valt niet uit te sluiten dat" lijkt een meer verantwoord uitgangspunt. Het KNMI benadrukt dat er tussen de verschillende scenario's een grote spreiding zit. Dat is ook zo binnen één scenario. De natuur blijft ons mogelijk verrassen. Het is zaak voldoende reserve in te bouwen en niet op basis van rekenmodellen te scherp aan de wind te varen. Voor de beschikbaarheid van voldoende zoetwater moet de risicoanalyse inzicht geven welke maatregelen moeten en kunnen worden getroffen. Gezien de (blijvende) onzekerheden, is het kunnen beschikken over het zoetwater bij lage rivierafvoeren een meer dan welkome extra zekerheid. In de Deltarapporten wordt dat aangeduid met het begrip robuust.

<u>Investeringsbesluiten op basis van contante waarden.</u>
De waardering op contante waarde basis van de investeringen in veiligheid en de beschikbaarheid van voldoende zoetwater heeft blijkens de achterliggende Deltarapporten tot gevolg, dat (grote) investeringen zoveel mogelijk in de tijd naar achteren worden geschoven. De discontovoet van 5,5% ligt daaraan ten grondslag. Voor commerciële investeringen met een voorspelbaar rendement is dat een gebruikelijk percentage. Voor investeringen om de gevolgen van klimaatontwikkelingen, met mogelijk grote schade en verlies aan mensenlevens, te beperken is er niet sprake van een voorspelbaar rendement. Het gaat om grote maatschappelijke belangen. Daar past een discontovoet van 5,5% niet bij.
Het gevolg van die hoge discontovoet is dat er gedurende deze eeuw een situatie ontstaat waarbij met regelmaat aanvullende maatregelen moeten worden getroffen. Wij lopen in zekere zin langs de rand van de gewenste veiligheid en ondernemen pas actie als er niet langer kan worden gewacht. Dat brengt onzekerheid met zich mee. Als voorbeeld: hoe veilig zijn de buitendijkse gebieden nu feitelijk. Zolang deze onzekerheid blijft bestaan zullen ontwikkelaars en financiers terughoudend zijn om daar te investeren. Het bedrijfsleven houdt niet van onzekerheid. De terughoudendheid legt een rem op de ontwikkeling van de werkgelegenheid.
Mogelijk is de gekozen strategie, met de veronderstelde flexibiliteit, aantrekkelijk voor bestuurders en het ministerie van financiën. Voor het bedrijfsleven en de ontwikkeling van de werkgelegenheid is het een nadeel.
De adaptatie strategie houdt verder het risico in dat de opeenstapeling van achtereenvolgende maatregelen uiteindelijk leidt tot hogere kosten. Dat risico is niet onderzocht.

Tenslotte, indien in de loop van de tijd blijkt dat in aansluiting op het vigerende voorstel alsnog grootschalige maatregelen nodig zijn, zoals de aanleg van sluizen, dan maakt de wet- en regelgeving in Nederland snel en adequaat ingrijpen onmogelijk. Er moet rekening worden gehouden met zeer lange procedure tijden, gevolgd door lange aanbestedingstrajecten en daarna een bouwtijd. Dat betekent dat indien blijkt dat soortgelijke maatregelen nodig zijn, het 25 jaar of langer duurt eer ze effectief zijn. Er moet dus lange tijd vooruit worden gekeken. Dit aspect wordt onvoldoende onderkend.

Conclusie.

1. De veiligheid en de beschikbaarheid van voldoende zoetwater wordt optimaal verzekerd met sluizen en een spuimiddel in de Nieuwe Waterweg op een oostelijke locatie. De voordelen hiervan moeten worden afgewogen tegen de nadelen voor de scheepvaart, de haven en de gevolgen voor de ecologie.
2. Een integrale visie op - en risicoanalyse van de zoetwater situatie ontbreekt. Gezien de sterke samenhang tussen veiligheid en de beschikbaarheid van voldoende zoetwater moet een besluit over de veiligheid worden uitgesteld.
3. De kostenraming is te sterk regio gebonden en heeft een te grote bandbreedte om een beslissing van deze importantie op te baseren.
4. De adaptatiestrategie in combinatie met de contante waarde benadering past niet bij de aard van de te voorkomen risico's.

Aanbeveling.

De politiek doet er verstandig aan nu geen besluit te nemen over het voorstel van de Deltacommissaris voor Rijnmond-Drechtsteden. De keuze voor een wel of niet afgesloten Nieuwe Waterweg moet goed en evenwichtig onderbouwd aan de Tweede Kamer worden voorgelegd. Daarvoor dient eerst een integrale visie op de landelijke zoetwater situatie, inclusief een risicoanalyse, te worden ontwikkeld.
In de nadere uitwerking moet meer aandacht worden gegeven aan de risico's van de adaptatie strategie in combinatie met de contante waarde benadering. Het aspect van de werkgelegenheid verdient aandacht.
Bij de afweging van tegenstrijdige belangen moet een groter accent worden gelegd op primaire levensvoorwaarden, zoals veiligheid en het kunnen beschikken over voldoende zoetwater, ten opzichte van commerciële- en andere belangen. Niet alles laat zich in geld uitdrukken.

Tenslotte.

Ondergetekenden hebben de indruk dat bij de selectie van mogelijke strategieën het commerciële belang van de Rotterdamse haven een te zwaar accent heeft gekregen. Wij geven de politiek het volgende ter overweging.
De traditionele activiteiten in de haven laten een afnemende bijdrage aan de werkgelegenheid zien. Grotere schepen en automatisering maken de inzet van mensen in toenemende mate overbodig. Het transport van bulkgoederen naar het achterland zorgt voor verstopping van de infrastructuur. De maatschappelijke meerwaarde is gering. De politiek zou zich moeten afvragen wat het Nederlands belang is bij de overslag en het transport van bulkgoederen zoals bij voorbeeld kolen, die een substantieel deel van het transport betreffen. Kolen zijn in belangrijke mate bedoeld voor energiecentrales die op den duur verdwijnen. Vanuit de politiek zou de haven gestuurd moeten worden naar activiteiten die duurzaam en hoogwaardiger zijn. Het criterium daarbij is: wordt er werkgelegenheid gecreëerd.
In deze context is de verschuiving van de traditionele havenactiviteiten in de oostelijk havens naar de al in gang zijnde ontwikkeling naar kennisintensieve bedrijvigheid, opleidingen, woon- en werkmilieus voor pioniers en luxe woonvormen aan te bevelen. Dat levert meer werkgelegenheid op. Het aspect van de

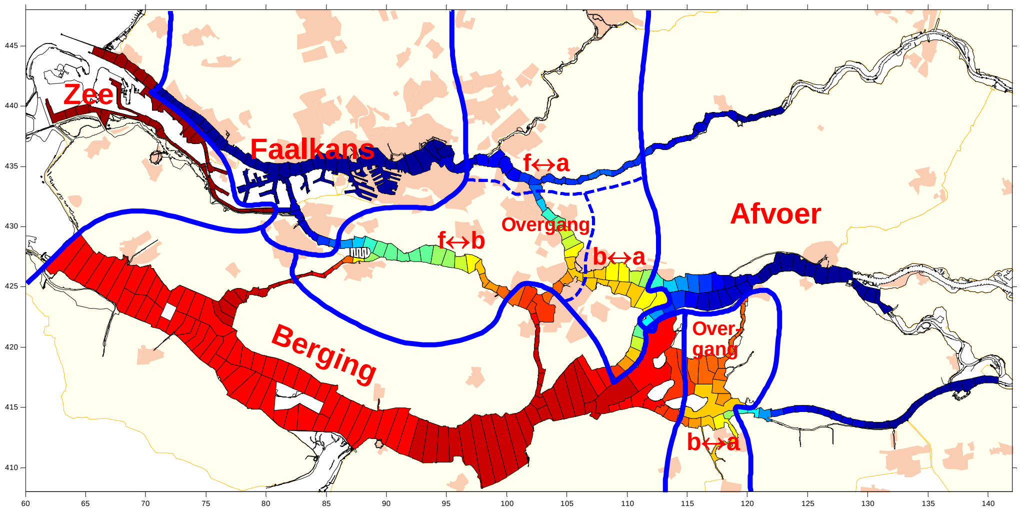
werkgelegenheid wordt in algemene zin in het voorstel van de Deltacommissaris te weinig of niet meegewogen.
Al met al gaat het om de afweging van grote en deels tegenstrijdige belangen. Dat moet niet gebeuren in een regionale context. De landelijke politiek is het daarvoor het aangewezen gremium.

2 juli 2014

Prof. Ir. K. d’Angremond, Ir. A.J. Hoekstra, Ir. J.H. van Oorschot, Ing. C.J. Vroege, Prof. Drs. Ir. H. Vrijling, Ir. F. Spaargaren (penvoerder).

Bijlage 2: Bijdrage van verschillende factoren op de Maatgevende Hoogwaterstanden in het Benedenriverengebied

De notitie *Een verbeterde classificering van de hoogwaterbedreigingen in de Rijn-Maasmonding, RWS/WNZ/NOV/2014.07 dd 31 juli 2014*, beschrijft in welke mate de faalkans van de Maeslantkering, de rivierafvoer van Lek, Waal en Maas en het kombergend oppervlak in het Benedenrivierengebied van invloed zijn op de maatgevende hoogwaterstanden in het gebied. Onderstaande figuur geeft in een kaartje een samenvattend overzicht.



Onderstaande tabel licht de gehanteerde begrippen in de figuur toe.

Gebied	Karakteristiek
Afvoer	De maatgevende situatie wordt volledig bepaald door de hoge rivierafvoer
Zee	De maatgevende situatie wordt volledig bepaald door een hoge stormvloed langs de kust waarbij een waterstand te Maasmond van ≈5 m+NAP worden bereikt. De Maeslantkering en Hartelkering zijn gesloten en veroorzaken enige opstuwing in het Europoortgebied.
Faalkans	De maatgevende situatie is een middelbare storm van ≈3.50 m+NAP te Maasmond in combinatie met het falen van de sluiting van de Maeslantkering.
Berging	De maatgevende situatie is een middelbare afvoer van 6000 à 10.000 m^3/s die samenvalt met een middelbare storm die de afvoer vanuit de Rijn-Maasmonding naar zee enige tijd stremt. De Maeslant- en Hartelkering sluiten. Door de hoge afvoer zijn de hoogwaterstanden in dit gebied gevoelig voor de stormduur.
Overgangs-gebied	In de overgangsgebieden is sprake van een combinatie van bovenstaande bedreigingen in wisselende samenstelling. Er komen 3 soorten overgangen voor:
f-a	▪ De maatgevende situatie is altijd met open Maeslantkering, maar gaande van het faalkansgebied naar het afvoergebied wordt de afvoer steeds hoger bij een afnemende stormopzet.
f-b	▪ De maatgevende situatie gaat gaande van faalkansgebied naar bergingsgebied van open naar dichte Maeslantkering, de afvoer stijgt van ≈2000 naar 6000 à 10000 m^3/s bij vrij constante middelbare stormopzet.
b-a	▪ De maatgevende situatie gaat gaande van bergingsgebied naar afvoergebied van dichte naar open Maeslantkering waarbij de afvoer steeds hoger wordt en de stormopzet terugloopt naar 0.

Bijlage 3: Kostenraming infrastructurele maatregelen (exclusief dijken)

Kosten VKS vs Variant Sluizen					*Prijspeil raming:*	*01-01-13*
Versie raming: 4 - Status: Definitief - Opgesteld door: ECKB (bedragen in miljoenen euro's)					*Datum raming:*	*28-07-15*
		VKS DP2015 **Investeringen Conform ECKB**	**Sluizen (ondergrens gemalen)** **Investeringen Conform ECKB**	**Sluizen (bovengrens gemalen)** **Investeringen Conform ECKB**	**VKS DP2015** **BenO en Exploitatie per jaar**	**Sluizen** **BenO en Exploitatie per jaar**
Totale kosten (afgerond)		**€ 2.730**	**€ 3.810**	**€ 4.300**	**€ 28 per jr**	**€ 30 per jr**
Geschatte variatiecoëfficient (o.b.v. probabilistische doorrekening gehele programmascope DP2015)		+/- 50%	+/- 50%	+/- 50%		
Maatregel	Hoofddoel	Kosten (M€)	Kosten (M€)	Kosten (M€)	Kosten (M€/jr)	Kosten (M€/jr)
Voorkeurstrategie Deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden		**€ 2.247**	**€ 854**	**€ 854**	**€ 24,25**	**€ 3,85**
Vervangen Maeslantkering (in 2070), inclusief sloop	Waterveiligheid	€ 956	- -	- -	€ 18,60	- -
Sloop Maeslantkering (in 2070)	Waterveiligheid	- -	€ 10	€ 10	- -	- -
Verbeteren faalkans Maeslantkering: 1/1000ste per sluitvraag (in 2070)	Waterveiligheid	€ 200	- -	- -	€ 1,80	- -
Vervangen Algerakering, inclusief sloop kering en sluis (in 2050; Plan sluizen excl. Sluis)	Waterveiligheid	€ 139	€ 114	€ 114	€ 1,22	€ 1,22
Verkleinen faalkans nieuwe Algerakering naar 1/1000 (in 2050)	Waterveiligheid	€ 36	€ 36	€ 36	€ 0,32	€ 0,32
Ruimte voor de Rivier pakket 1 klein: Afgraven Avelingen natuur (DPR)	Waterveiligheid	€ 70	€ 70	€ 70	€ 0,17	€ 0,17
Ruimte voor de Rivier pakket 1 klein: Nevengeul Sleeuwijk (DPR)	Waterveiligheid	€ 233	€ 233	€ 233	€ 1,05	€ 1,05
Ruimte voor de Rivier pakket 1 klein: Uiterwaarden Werkendam & Dijkverlegging Werkendam Noord (DPR)	Waterveiligheid	€ 242	€ 242	€ 242	€ 0,46	€ 0,46
Ruimte voor de Rivier: Afgraven de Punt Gorkum, Groene rivier Noord, vanaf A27 & Meestromen kanaal van Steenenhoek (DPR) (in 2070) (Code DPR = MW9_2a_MW48_MW_kansteh_DPR)	Waterveiligheid	€ 38	€ 38	€ 38	€ 0,32	€ 0,32
Talud- & bodembescherming op Spui, Kil en Oude Maas ter voorkoming erosie (voor 2030)	Waterveiligheid	€ 333	€ 111	€ 111	€ 0,30	€ 0,30
Dijkversterkingen	Waterveiligheid	Zie KOSWAT	Zie KOSWAT	Zie KOSWAT	0,1% per jaar * INV	0,1% per jaar * INV
Voorkeurstrategie Deelprogramma Zuid-Westelijke Delta		**€ 321**	**€ 232**	**€ 155**	**€ 1,54**	**€ 1,42**
Volkerak Zoommeer als zoutwatergebied of als zoetwatergebied?		Zout	Zoet	Zoet	- -	- -
Berging op het Volkerak Zoommeer i.k.v. Ruimte voor de Rivier	Waterveiligheid	autonoom	autonoom	autonoom	autonoom	autonoom
Heringebruikname Flakkeese spuisluis	Waterkwaliteit	autonoom	autonoom	autonoom	autonoom	autonoom
Inrichting waterberging VZM 1/1400	Waterveiligheid	autonoom	autonoom	autonoom	autonoom	autonoom
Extra periodieke doorspoeling VZM (investering voor 2028)	Waterkwaliteit	€ 0	- -	- -	€ 0,00	- -
Doorlaatmiddel Philipsdam P-300 (VKS) en P-1500 (Variant Sluizen) (investering voor 2028) (maatregel is voor VKS bedoeld voor waterkwaliteit, voor Plan sluizen voor waterveiligheid)	Waterkwaliteit / Waterveiligheid	€ 47	€ 155	€ 155	€ 0,42	€ 1,39
Aanpassing Bathse spuisluis (investering voor 2028)	Waterkwaliteit	€ 0	- -	- -	€ 0,00	- -
Aanvullende zoetwatermaatregelen (investering voor 2028; no-regret zoet - zout))	Waterkwaliteit	€ 77	€ 77	- -	€ 1,18	- -
Maatregelen tegen zoutindringing (investering voor 2028)	Waterkwaliteit	€ 49	- -	- -	€ 2,56	- -
Ontmanteling zoetzoutscheidingen Krammersluizen en Bergsediepsluis (investering voor 2028)	Waterkwaliteit	€ 3	- -	- -	-€ 4,14	- -
Doorlaatmiddel Brouwersdam, incl. nieuwe bodembescherming (investering voor 2028), 98 m breed t.b.v. 50 cm getij op GM. Doorlaatmiddel in de Brouwersdam moet worden vergroot om 0,5 m getij op het Grevelingenmeer te houden.	Waterkwaliteit	€ 135	- -	- -	€ 1,48	- -
Aanpassingen buitendijkse voorzieningen en dijkbekleding (investering voor 2028)	Waterkwaliteit	€ 10	- -	- -	€ 0,03	€ 0,03
Capaciteitsuitbreiding Volkeraksluizen		**€ 158**	**€ 114**	**€ 114**	**€ 2,22**	**€ 0,12**
Vierde schutsluis Volkerak, alternatief A2	Scheepvaart	€ 155	- -	- -	€ 2,17	- -
Quick-wins, alternatief A0+	Scheepvaart	€ 3	€ 3	€ 3	€ 0,04	- -
Volledig open verbinding, niet onderzocht in Verkenning Capaciteitsuitbreiding Volkeraksluizen, inclusief sloop huidige doorlaatmiddel, gronddam en jachtsluis	Waterveiligheid en scheepvaart	- -	€ 20	€ 20	- -	- -
Slopen sluizencomplex Volkeraksluizen	Waterveiligheid en scheepvaart	- -	- -	- -	- -	- -
Verhogen drie bruggen tussen Volkeraksluizen en Kreekraksluizen: Slaakbrug, Vossemeersebrug en Tholense brug; mitigerende maatregel bij alternatief A3 Semi-openverbinding	Waterveiligheid en scheepvaart	- -	€ 31	€ 31	- -	- -
Nlieuw gemaal bij Dintelsas en Benedensas; mitigerende maatregel bij alternatief A3 Semi-openverbinding	Waterveiligheid en scheepvaart	- -	€ 20	€ 20	- -	€ 0,12
Natuurcompensatie, versterking oeververdedigingen, beschermende maatregelen bij buitendijkse woonwijken, maatregelen voor extra doorspoeling en bemaling in de gebieden rond het VZM door stijging grondwaterstand, aanpassing recreatieve voorzieiningen en uitbreiding gemaalcapciteit bij gebieden die afwateren op het VMZ (ander dan de boezems van West-Brabant: Dintelsas en Benedensas)	Waterveiligheid en scheepvaart	- -	€ 40	€ 40	- -	- -
Waterberging op Oosterschelde		**€ 0**	**€ 5**	**€ 5**	**€ 0,00**	**€ 0,01**
Dijkverhoging en/of dijkversterking langs Oosterschelde t.b.v. waterberging	Waterveiligheid	- -	- -	- -	- -	- -
Inrichten waterberging en aanpassingen aan infrastructuur (haven, kades, e.d.)	Waterveiligheid	- -	- -	- -	- -	- -
Aanpassingen Oosterscheldekering om deze om te bouwen tot een waterdichte stormvloedkering (aanbrengen rubberen delta-profielen op de boven- en onderkant van de schuiven)	Waterveiligheid	- -	€ 5	€ 5	- -	€ 0,01
Sluizen in Nieuwe Maas		**€ 0**	**€ 777**	**€ 777**	**€ 0,00**	**€ 6,22**
Aanleg Zeesluis (270 x 37 x 19 m), met drempel op NAP -14 m	Waterveiligheid	- -	€ 223	€ 223	- -	€ 2,01
Aanleg Binnenvaartsluis (270 x 37 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 155	€ 155	- -	€ 1,40
Aanleg Binnenvaartsluis (270 x 37 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 155	€ 155	- -	€ 1,40
Aanleg dam onder binnenvaartsluizen (129 x 7 m)	Waterveiligheid	- -	€ 11	€ 11	- -	€ 0,01
Aanleg spuisluis (200 x 11 m)	Waterveiligheid	- -	€ 127	€ 127	- -	€ 1,15
Aanleg caissondam, (200 x 0,4 m) onder spuisluis, 4 standaard caisson's tussen sluizencomplex en spuisluis, inclusief bodembescherming, icm post 350b	Waterveiligheid	- -	€ 32	€ 32	- -	€ 0,02
Aanleg caissondam, (500 x 19,5 m), 10 caisson's tussen sluizencomplex en spuisluis, inclusief drempel en bodembescherming - de maatwerkcaissons zijn integraal onderdeel van de gemalen !!	Waterveiligheid	- -	zie post 350	zie post 350	- -	€ 0,01
Aanleg caissondam, (150 x 19,5 m), 3 standaard caisson's tussen sluizencomplex en spuisluis, inclusief drempel en bodembescherming	Waterveiligheid	- -	€ 30	€ 30	- -	€ 0,01
Aankoop gronden en opstallen linkeroever 1e Petroleumhaven inclusief baggerwerk omdat haven anders moeilijk toegangelijk wordt	Waterveiligheid	- -	€ 43	€ 43	- -	€ 0,21
Sluizen in Oude Maas		**€ 0**	**€ 557**	**€ 557**	**€ 0,00**	**€ 4,80**
Aanleg Binnenvaartsluis (270 x 37 x 17 m), met drempel op NAP -12 m	Waterveiligheid	- -	€ 202	€ 202	- -	€ 1,82
Aanleg Binnenvaartsluis (270 x 37 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 155	€ 155	- -	€ 1,40
Aanleg Binnenvaartsluis (270 x 37 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 155	€ 155	- -	€ 1,40
Aanleg dam onder binnenvaartsluizen (124 x 5 m)	Waterveiligheid	- -	€ 9	€ 9	- -	€ 0,01
Aanleg caissondam, (150 x 17,5 m), 3 standaard caissons tussen sluizencomplex en oever, inclusief drempel en bodembescherming - deze maatwerkcaissons zijn integraal onderdeel van de gemalen !!	Waterveiligheid	- -	zie post 351	zie post 351	- -	€ 0,00
Aanleg caissondam, (0 x 17,5 m), 0 standaard caissons tussen sluizencomplex en oever, inclusief drempel en bodembescherming	Waterveiligheid	- -	€ 0	€ 0	- -	€ 0,00
Aankoop gronden en opstallen linkeroever inclusief baggerwerk omdat sluizencomplex deels terplaatse van huidig bedrijventerrein is gepland	Waterveiligheid	- -	€ 36	€ 36	- -	€ 0,18
Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgsesluis		**€ 0**	**€ 242**	**€ 242**	**€ 0,00**	**€ 2,18**
Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgsesluis: Aanleg Binnenvaartsluis (200 x 24 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 121	€ 121	- -	€ 1,09
Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgsesluis: Aanleg Binnenvaartsluis (200 x 24 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 121	€ 121	- -	€ 1,09
Uitbreiden sluiscapaciteit Rozenburgsesluis: Aanleg Binnenvaartsluis (0 x 24 x 11,5 m), met drempel op NAP -7,5 m	Waterveiligheid	- -	€ 0	€ 0	- -	€ 0,00
Afsluiten Hartelkanaal		**€ 0**	**€ 34**	**€ 34**	**€ 0,00**	**€ 0,04**
Sloop Hartelkering (exclusief brug)	Waterveiligheid	- -	€ 4	€ 4	- -	€ 0,00
Aanleg dam tussen oevers (400 x 29 m)	Waterveiligheid	- -	€ 31	€ 31	- -	€ 0,04
Gemalen in Nieuwe en Oude Maas		**€ 0**	**€ 993**	**€ 1.564**	**€ 0,00**	**€ 16,62**
Gemaal Nieuwe Maas (2000 m3/s) - levering en installatie van 40 pompwaaiers, maatwerkcaissons (tevens pomphuizen), drempel, bodembescherming, dieselaggregaten, vacuümpompinstallaties, terugslagkleppen, droogzetvoorzieningen, software, hardware, gebouwen, brandstoftanks, kraanbaan, kraan, grofvuilroosters, e.d.	Waterveiligheid	- -	€ 662	€ 1.043	- -	€ 11,08
Gemaal Oude Maas (1000 m3/s) - levering en installatie van 20 pompwaaiers, maatwerkcaissons (tevens pomphuizen), drempel, bodembescherming, dieselaggregaten, vacuümpompinstallaties, terugslagkleppen, droogzetvoorzieningen, software, hardware, gebouwen, brandstoftanks, kraanbaan, kraan, grofvuilroosters, e.d.	Waterveiligheid	- -	€ 331	€ 521	- -	€ 5,54
Kostenbesparingen in exploitatie-, beheer- en onderhoudsfase		**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0,00**	**-€ 5,17**
Hartelkering: Besparing op beheer- en onderhoudskosten	Waterveiligheid	- -	- -	- -	- -	-€ 0,98
Volkeraksluizen: Besparing op beheer- en onderhoudskosten	Waterveiligheid	- -	- -	- -	- -	-€ 4,19
Risicoreservering op programmaniveau		**€ 0**	**€ 0**	**€ 0**	**€ 0,00**	**€ 0,00**
Risicoreservering op programmaniveau; is al op programmaniveau meegenomen. Voor o.a.		(buiten ramingsscope variant)			(buiten ramingsscope variant)	
Opmerkingen						
Aleen investeringskosten en extra BenO-kosten meegenomen. Geen (negatieve) baten meegenomen; bijvoorbeeld voor de schepvaart, zoetwatervoorzieningen, waterkwaliteit,						
Exclusief maatregelen: Wester- en Oosterschelde, DPZW (overige), DPK, DPW, DPIJ, DPR (overige), DPNH, DPV en op programmaniveau						
Kosten in miljoen euro's, inclusief BTW en van prijspeil 01-01-2013.						
Kosten exclusief risicoreservering op programmaniveau (deelprogramma overstijgend)						
Exclusief compensatiekosten tijdens bouw.						
Aanpassingen aan vaarwateren voortkomende uit scheepvaartkundige eisen zijn niet meegenomen.						
Uitgangspunt Deltascenario Stoom en Klimaatscenario W+						

Bijlage 4: Kostenramingen dijken

1. Introductie

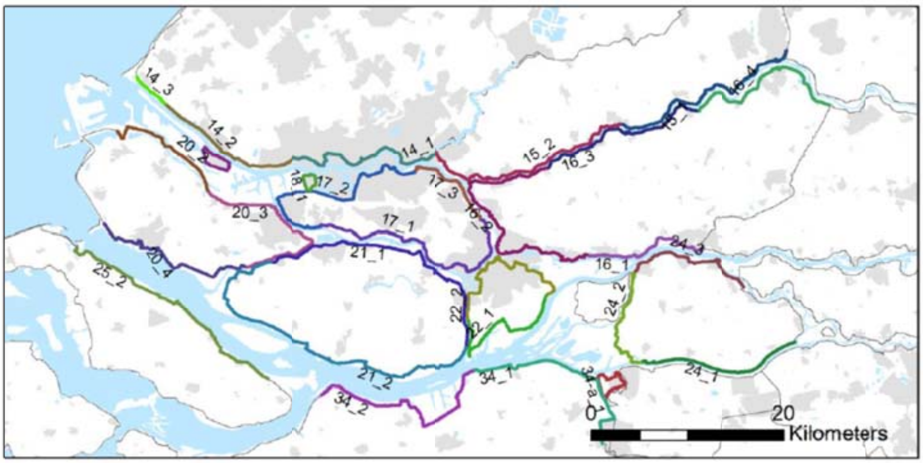
Het doel van deze bijlage is de inschatting van de restopgave van de dijken na het doorvoeren van Plan Sluizen. Met andere woorden: Wat is de invloed van de aanleg van de sluizen op de kosten voor de te versterken dijken in het gebied?

Omdat de kosteninschattingen voor de dijkversterkingen over het algemeen grote onzekerheden kennen, worden in dit memo twee methoden bekeken die beiden een inschatting geven van de restopgave. De eerste methode werkt via de softwaretool *Blokkendoos* die in het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (DPRD) is ontwikkeld.

Voor de tweede methode volgt een redeneerlijn die gebaseerd is op de restopgave in het gebied in de situatie met het uitvoeren van de VKS en verwachte impact die de aanleg van sluizen daar vermoedelijk op zal hebben. De bouwstenen van de redeneerlijn zijn wel gebaseerd op de uitkomsten uit de Blokkendoos, feitelijk wordt hier het Blokkendoos resultaat van DPRD uiteengerafeld. In dit memo zal veel aandacht besteed worden aan de tweede methode, daar de eerste aanpak uitvoerig is beschreven door HKV, 2015b en het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.

2. Aanpak analytische methode

Dijkversterkingskosten worden voornamelijk bepaald door de huidige sterkte van de dijk en de veiligheidsnorm waaraan voldaan moet worden. De basis voor de inschatting van het veiligheids- en belastingniveau zijn de nieuwe overstromingskansnormen zoals die in 2017 in de Waterwet zullen worden opgenomen. Deze zijn gelijk aan de voorgestelde normen door het DPRD (zie tabel B4.1) op normtrajectniveau (Figuur B4.1).



Figuur B4.1 DPRD04 normtraject indeling voor het DPRD gebied

Zoals gebruikelijk in het Ontwerpinstrumentarium 2014 (voor het ontwerpen van dijken bij een overstromingskans) is voor het bepalen van het belastingniveau de waarde voor de overschrijdingskans getalsmatig gelijk gekozen aan de norm voor de oversstromingskans. Er zijn wel verschillen in de praktische toepassing van deze normen (Deltares, 2015b).

Wel moet bedacht worden dat in deze studie gebruik gemaakt is van *signalerings*waarden voor de norm zoals vermeld in het voorstel voor de wijziging van de Waterwet. Normaal gesproken wordt een ontwerp gebaseerd op de

ondergrens van een normtraject (1 normklasse soepeler). Middels klimaattoeslagen en het meenemen van overige onzekerheden komt men dan tot ontwerpwaarden voor de belastingen. Deze aanpak om het ontwerpniveau te bepalen wijkt af van de in dit model (Blokkendoos) gebruikte werkwijze (Deltares, 2014b), maar dit leidt niet tot grote verschillen.

Traject	**Naam**	**Advies_RD_mei LIR_MKBA en GR**
14_1	Zuid Holland-Nieuwe Waterweg (oost)	100.000
14_2	Zuid Holland-Nieuwe Waterweg (west)	10.000
14_3	Zuid Holland-Nieuwe Waterweg (Maasmond)	10.000
15_1	Lopikerwaard (Schoonhoven-Vianen)	30.000
15_2	Krimpenerwaard	10.000
16_1	Alblasserwaard Vijfheerenlanden (Merwedes)	100.000
16_2	Alblasserwaard Vijfheerenlanden (Merwedes, Noord en Lek west)	30.000
16_3	Alblasserwaard Vijfheerenlanden (Lek west)	30.000
16_4	Alblasserwaard Vijfheerenlanden (Lek oost)	30.000
17_1	IJsselmonde (zuid)	3.000
17_2	IJsselmonde (noordwest)	3.000
17_3	IJsselmonde (noordoost)	100.000
18_1	Pernis	10.000
19_1	Rozenburg	100.000
20_2	Voorne Putten (noordwest)	10.000
20_3	Voorne Putten (Spijkenisse)	30.000
20_4	Voorne Putten (zuid)	1.000
21_1	Hoeksche Waard (noord)	3.000
21_2	Hoeksche Waard (zuid)	300
22_1	Dordrecht (zuid)	3.000
22_2	Dordrecht (noord)	10.000
23_1	Biesbosch	3.000
24_1	Land van Altena 1	10.000
24_2	Land van Altena 2	1.000
24_3	Land van Altena 3	10.000
25_2	Goeree-Overflakkee Haringvliet	1.000
34_1	West-Brabant 1	1.000
34_2	West-Brabant 2	1.000
34a_1	Geertruidenberg	3.000

Tabel B4.1: Normoptie signaleringswaarden 'Advies_RD_mei_LIR_MKBA en GR' voor de Blokkendoos serie 2 berekeningen (bron: Vos, 2014).

2.1 Deltamodel
De effecten van de varianten op maatgevende hoogwaterstanden (MHW) en hydraulisch belastingniveaus (HBN) voor de verschillende situaties zijn in eerdere studies bepaald (HKV, 2015b) met het Deltamodel. Deze effecten dienen als input voor de Blokkendoos waarmee de versterking is doorgerekend.

De volgende 3 noties zijn daarnaast belangrijk ten aan zien van de dijkenkostenanalyse:

1. In Plan Sluizen en de voorkeursstrategie zitten beiden geen nieuwe ruimtelijke (Ruimte-voor-de-Rivierachtige) maatregelen om de rivierwaterstanden te vergelijken;
2. In de kosten van DPRD voor de Blokkendoos zijn de voorlanden niet meegenomen. Door hoog liggende voorlanden kunnen de kosten van piping in het gebied gereduceerd worden met 10% van de nominale dijkkosten. Deze 10% is achteraf verrekend door DPRD. HKV heeft deze vermeden kosten ten behoeve van de huidige studie niet meegenomen;
3. Er zijn extra kosten voor de Voorstraat. Deze zijn ook niet berekend met de Blokkendoos, maar achteraf verrekend.

In het Deltamodel zijn de verschillende scenario's voor het gebied doorgerekend om de hydraulische belastingen in die situaties te bepalen. Iedere variant had in het DPRD een eigen aanduiding als Bouwsteen (of blok) voor de voorkeursstrategie in het Deltamodel. De versterkingskosten na aanleg van het *Plan Sluizen* worden uiteindelijk vergeleken met de kosten van de *voorkeursstrategie* (aangeduid als variant 2.5.A.S.) in het referentiejaar 2100. Het *Huidig Beheer* met een ongewijzigde faalkans Maeslantkering werd in het DPRD aangeduid met variant 2.4.D.S.

2.2 Blokkendoos Resultaten

De kosten en baten (in termen van vermeden overstromingsschade) zijn bepaald met de *Blokkendoos DPRD*. De Blokkendoos is voor het eerst toegepast tijdens het Deltaprogramma en is in deze studie opnieuw ingezet. De kostenbepaling in het model is gebaseerd op KOSWAT. In deze paragraaf wordt aangetoond dat beide studies op gelijke uitgangspunten zijn uitgevoerd en resultaten dus vergelijkbaar zijn.

- In het DPRD (variant 2.4.D.S.) en ten behoeve van de huidige studie zijn de kosten van de variant *Huidig Beheer* onafhankelijk berekend. Totale kosten in het DPRD kwamen neer op 5,7 miljard (na correctie door de waterschappen, zie volgende paragraaf).
- De variant *Huidig Beheer* voor de huidige studie (HKV) is exact gelijk aan de basissom 2.4.D.S van DPRD met DMvs0.3. Beiden gaan uit van een faalkans voor de Maeslantkering (MLK) van 1/100 tot het jaar 2100. Ook hier zijn de totale kosten dus 5,7 miljard. Beide modelleringen van dezelfde situatie geven dus gelijke kosten op trajectniveau en totale kosten. Er kan dus geconcludeerd dat in beide studies gelijke uitgangspunten zijn gehanteerd en de overige varianten ook een goede vergelijkingsbasis hebben.
- De analysevariant van de *voorkeursstrategie* (2.5.A.S) gaat uit van een verbetering van de faalkans van de Maeslantkering in 2070. Voor de precieze invulling van de bouwstenen van deze analysevarianten wordt verwezen naar DPRD document Vos, 2014. De waarden voor deze varianten zijn door middel van superpositie gecorrigeerd voor DMvs0.3. Uiteindelijk komen de kosten neer op 5,2 miljard (ca 0,5 miljard besparing ten opzichte van Huidig Beheer).
- De berekeningen van variant *Plan Sluizen* zijn uitgevoerd door HKV. Deze waarden zijn tevens uitgevoerd met DMvs0.3. Totale kosten komen voor deze variant neer op 4,5 miljard.

De kosten van de dijktrajecten van de verschillende varianten zijn samengevat in tabel B4.2 en in detail weergegeven op de volgende bladzijde.

Samenvatting kosten DMv0.3	**M EUR**	**Kenmerken MLK**	**Bron**
(2.4.D.S *(Huidig Beheer)*	5549	Faalkans 1/100	DPRD
Huidig Beheer	5549	Faalkans 1/100	Studie 2015
2.5.A.S *(Voorkeursstrategie)*	5077	Faalkans 1/1000	DPRD
Plan Sluizen	4669	-	Studie 2015

Tabel B4.2: Samenvatting dijkkosten berekeningen DMvs3.0 (in miljoen euro)

3. Kwalitatieve toets beheerders

De dijkopgave is geverifieerd bij de beheerders van de betrokken trajecten. Er is een kwalitatieve toets uitgevoerd op de opgave, de prioritering en de inschatting voor de sterkte- en hoogteopgaven (zie hoofdstuk 4). Waar nodig zijn op basis van de toets correcties gedaan op de opgave. Het gaat om de volgende betrokken waterschappen.

- Waterschap Rivierenland:
  Traject: 16_1, 16_2, 16_3, 16_4, 24_1, 24_2, 24_3;
- Hoogheemraadschap van Delfland:
  Traject : 14_1 (samen met HHSK), 14_2, 14_3 ;
- Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard:
  Traject: 14_1 (samen met HHvD) en 15_02;
- Waterschap Hollandsche Delta:
  Traject: 17_1, 17_2, 17_3, 18_1, 19_1, 20_2, 20_3, 20_4, 21_1, 21_2, 22_1, 22_2;
- Waterschap de Stichtse Rijnlanden:
  Traject 15_1.

Naar aanleiding van de toets zijn de volgende constateringen gedaan:

- De kosten van dijkring 20_3 zijn voor Huidig Beheer onderschat en gecorrigeerd met 85 miljoen euro;
- In Huidig Beheer en de voorkeursstrategie is de versterking van de waterkering bij Dordrecht (22_2) onderschat. Hiervoor wordt 250 miljoen euro extra geraamd, uit te geven rond 2040. Deze uitgave is niet nodig in het Plan Sluizen;
- Een aantal ramingen van dijktrajecten in de VKS was overschat, bijvoorbeeld de noordzijde van Goeree (grenzend aan het Haringvliet) (25_2). Hier ging het om 130 miljoen euro;
- De prioritering van dijkring 16 was te vroeg ingeschat en is gewijzigd naar de periode tussen 2030-2042;
- Dijkring 23 van Waterschap Rivierenland mist in de overweging. De Biesbosch heeft in de nieuwe normering een norm van 1/3000. In de Blokkendoos is deze dijkring niet opgenomen. De naar verwachting relatief kleine dijkversterkingskosten zijn in zowel Plan Sluizen als de voorkeursstrategie niet gekwantificeerd;
- De trajecten langs de Hollandsche IJssel 14_0 en 15_3 van Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de kosten in VKS en Plan sluizen gelijk zijn.

Gekozen wordt om verder door te rekenen met de kosteninschatting voor de VKS, inclusief verwerking van bovenstaande punten. Hier zit al een besparing van ca 0,5 miljard (na 2070) in vanwege het verbeteren van de Betrouwbaarheid Sluiten van de Maeslantkering in 2070. Het totaalbedrag voor de voorkeursstrategie komt dan uit op 5,2 miljard euro tot 2100. Huidig Beheer komt uit op ruim 5,7 miljard euro. Deze resultaten zijn terug te vinden in Tabel B4.3.

	Dijkkosten in miljoenen euro's						
	Huidig Beheer	**Voorkeursstrategie**					
Dijk traject	**Totaal**	**2024-2029**	**2030-2040**	**2041-2052**	**2053-2070**	**2071-2100**	**Totaal**
14_01	528	0	0	117	115	87	318
14_02	29	0	0	0	0	0	0
14_03	54	0	0	0	54	0	54
15_01	337	322	0	0	0	15	337
15_02	531	0	306	21	131	70	528
16_01	652	0	652	0	0	0	652
16_02	482	0	456	0	0	0	456
16_03	352	0	327	0	0	25	352
16_04	191	0	191	0	0	0	191
17_01	201	0	0	201	0	0	201
17_03	0	0	0	0	0	0	0
17_02	66	0	0	66	0	0	66
18_01	63	0	0	0	63	0	63
19_01	177	0	177	0	0	0	177
20_02	75	0	0	0	75	0	75
20_03	130	14	0	0	0	29	43
20_04	14	0	0	14	0	0	14
21_01	190	0	0	190	0	0	190
21_02	113	0	0	0	113	0	113
22_02	641	0	0	250	19	182	451
22_01	117	0	0	55	0	61	116
24_01	20	0	20	0	0	0	20
24_02	57	0	0	0	24	31	55
24_03	254	0	0	254	0	0	254
25_02	130	0	0	130	0	0	130
34_01	109	0	109	0	0	0	109
34_02	233	0	211	0	0	22	233
34a_01	8	0	8	0	0	0	8
Totaal	**5755**	**336**	**2457**	**1298**	**594**	**522**	**5206**

Tabel B4.3: Samenvatting kosten Huidig Beheer en VKS inclusief toets regio (in miljoen euro)

4. Vervolgstappen inschatting restopgave

Op basis van de hiervoor besproken opgave voor de te versterken trajecten in het Rijnmond-Drechtsteden gebied voor de VKS zijn een aantal bewerkingsslagen gedaan om een extra beeld te krijgen van de restopgave na het uitvoeren van het Plan Sluizen. Via deze meer analytische methode is geprobeerd een verificatie te leveren voor de inschatting van de kosten die middels de Blokkendoos bepaald zijn. Allereerst is er gekeken naar de prioriteit van de trajecten zoals die door het programmabureau HWBP is toegekend aan de verschillende trajecten.

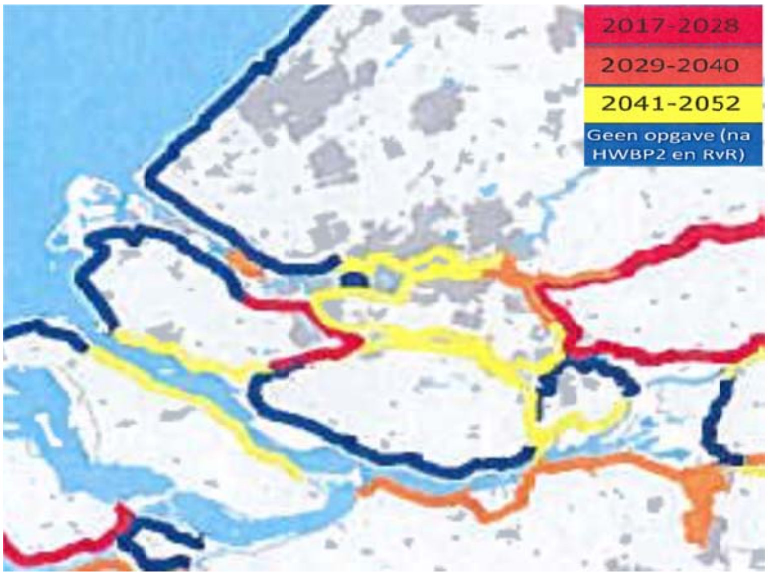
4.1 Prioritering HWBP

Als eerste stap zijn de dijkversterkingen beter in de tijd gezet. De raming van het Deltaprogramma was vrij grof (tot 2032 en na 2032). Op basis van de volgende stappen is een verdere verfijning aangebracht:

Op basis van de meest recente planning van het HWBP is een inschatting gemaakt wanneer welk dijktraject aan de beurt is. Deze prioritering is uitgevoerd op basis van een schatting van de afstand tot de norm. Daarbij is onderscheid gemaakt in de volgende tijdsvensters:

a. 2015-2030
b. 2030-2040
c. 2040-2050
d. Na 2050.

In figuur B4.2 is per dijktraject de prioritering aangegeven (bron: Hoogwaterbeschermingsprogramma).



Figuur B4.2: Prioritering dijkversterkingen in het benedenrivierengebied (bron: HWBP).

Voor de periode na 2050 is een opsplitsing gemaakt tussen de volgende tijdsvakken:

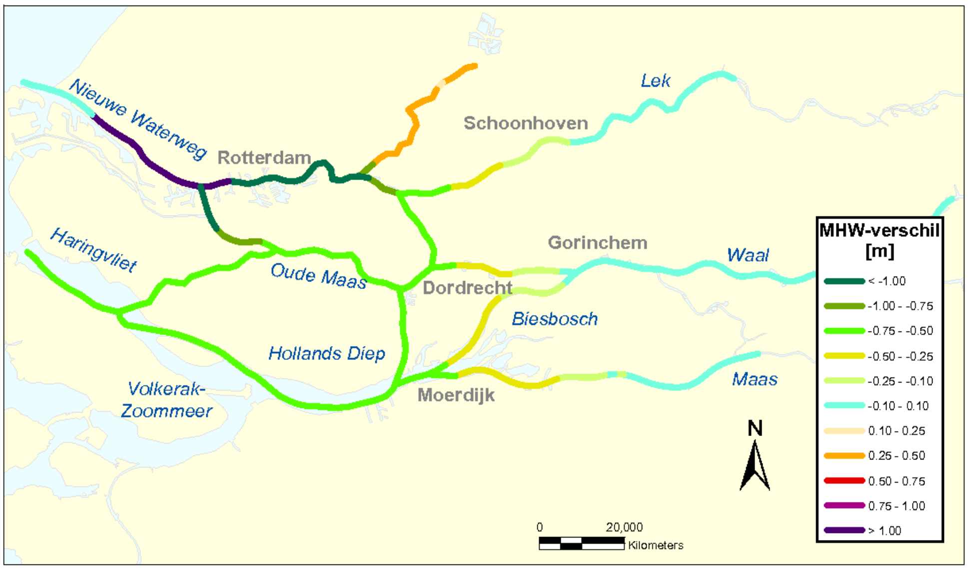
e. 2050-2070.
f. 2070-2100.

Het jaar 2070 is gekozen omdat dan de mogelijkheid bestaat dat de Maeslantkering wordt vervangen. Bij een snelle klimaatverandering (conform de W-scenario's) zou dat het geval kunnen zijn. Bij een klimaatontwikkeling conform de G-scenario's hoeft de Maeslantkering pas in 2100 te worden vervangen.
In de periode tot 2100 betreffen de dijkverbeteringen vooral de aanpak van de hoogteopgave. Door zetting en klimaatverandering kan dit noodzakelijk zijn. Uitgangspunt daarbij is dat een dijkversterking een levensduur heeft van ongeveer 50 jaar. Omdat ook gewerkt wordt met een robuustheidstoeslag van 30cm, betekent dit in de praktijk dat een nieuwe ingreep in de dijk meestal nog 10 tot 20 jaar later kan plaatsvinden. Daarbij speelt ook mee dat veel dijken in het benedenrivierengebied overhoogte kennen. Dit alles maakt dat in de periode 2050-2100 relatief weinig nieuwe dijkversterkingen noodzakelijk zijn (zie Tabel B4.3).

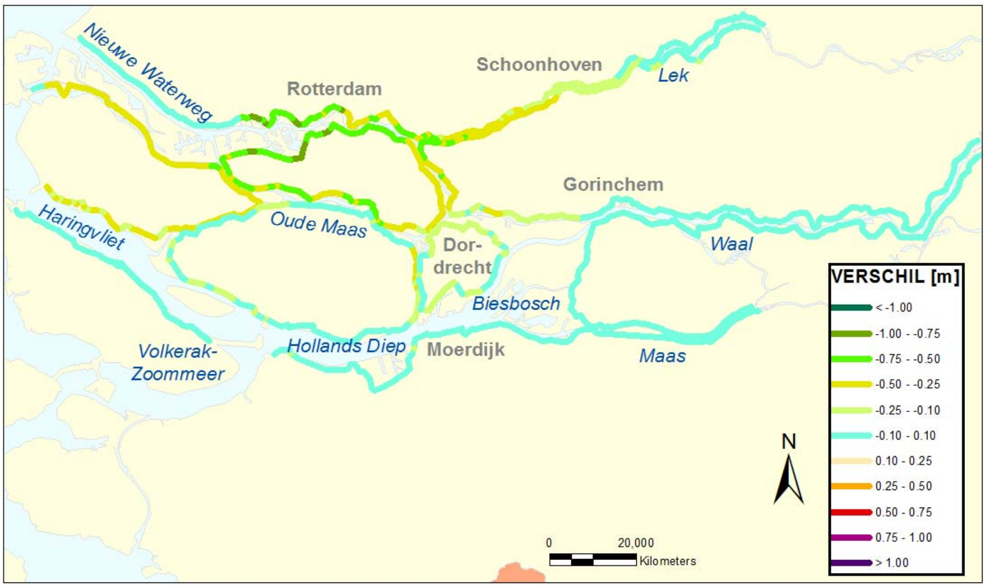
4.2 Interpretatie van de ruimtelijke invloed van het Plan Sluizen op sterkteopgave
Vervolgens is gekeken welk deel van het benedenrivierengebied niet beïnvloed wordt door het Plan Sluizen. Dit is af te leiden uit figuur B4.3 en B4.4. Dit zijn de blauw gekleurde trajecten. Het effect van het Plan Sluizen op de MHW wordt berekend tussen -0,10 tot 0,10 m. Aangenomen is dat in gebieden waarin de MHW-daling kleiner is dan 0,1 meter, de effecten verwaarloosbaar zijn. De berekende opgave voor het Huidige Beheer blijft daar in de toekomst onveranderd, ook met een dergelijk grote ingreep in het systeem. Totaal gaat het hier om 2,3 miljard euro.

Het gaat om de volgende normtrajecten die ruimtelijk **niet** worden beïnvloed door het Plan Sluizen: 14_2, 14_3, 15_1, 16_1, 16_4, 19_1, 24_1, 24_3

Wel beïnvloed worden normtrajecten: 14_1, 15_2, 16_2, 16_3, 17_1, 17_2, 17_3, 18_1, 20_2, 20_3, 20_4, 21_1, 21_2, 22_1, 22_2, 24_2, 25_2, 34_a1, 34_1, 34_2



Figuur B4.3: MHW- effect ten opzichte van het huidig Beheer bij uitvoering van variant 'Afsluiten van Nieuwe en Oude Maas met inzet van Volkerak-Zoommeer + Oosterschelde en installatie van gemalen'; zichtjaar 2100; klimaatscenario W/W+ (HKV, 2015a).



Figuur B4.4: HBN–verschil tussen het 'Plan Sluizen met inzet van Volkerak-Zoommeer + Oosterschelde' en het plan 'met aanvullend de installatie van gemalen' in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm.

Voor die trajecten die niet blauw gekleurd zijn, varieert de invloed van het Plan Sluizen op de overgebleven klimaatopgaven. Voor het gemak wordt er in deze analyse van uit gegaan dat de invloed dusdanig is dat de toename van de MHW's door klimaatverandering opgelost wordt door de uitvoering van het plan. Deze aanname werkt in de uiteindelijke vergelijking voordelig voor het Plan Sluizen.

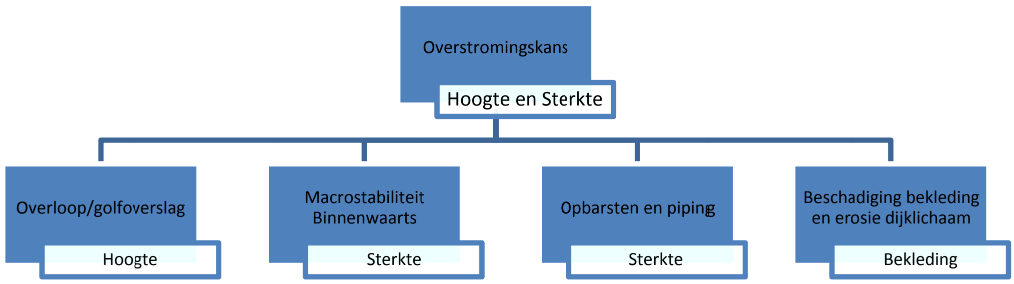
Ten opzichte van de VKS is er voor Plan Sluizen een extra dijkopgave te verwachten voor dijktrajecten 14_2, 14_3, 14_1 (klein deel), 17_2 (klein deel), 19_1 en 20_3

van circa 400 miljoen euro, omdat deze buiten de sluizen komen te liggen. Dit is op basis van expert judgement ingeschat.

4.3 Resultaten VNK studie

In het programma Veiligheid Nederland in Kaart-2 (VNK2) is ervaring opgedaan met het berekenen van actuele overstromingskansen voor de dijkringen die Nederland kent. De overstromingskans is de kans dat er ergens een dijk doorbreekt, zodat er een overstroming ontstaat. Deze zijn berekend door de bijdrage aan de overstromingskans vanuit verschillende faalmechanismen bij elkaar op te tellen.

In de VNK-2 studie hadden bij de dijken de volgende vier faalmechanismen een bijdrage aan de overstromingskans: Macrostabiliteit Binnenwaarts, Opbarsten en piping, Beschadiging bekleding en erosie binnentalud dijklichaam door overloop/overslag (oftewel hoogte). Zie figuur B4.5, HKV 2014b.



Figuur B4.5: Weergave bijdrage faalmechanismen aan overstromingskans

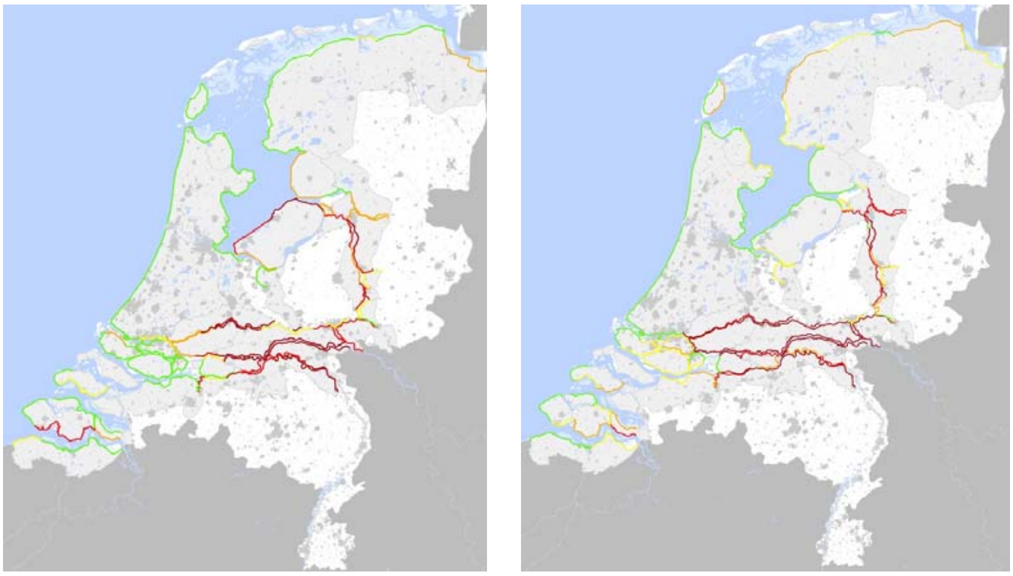
Op basis van de bijdrage aan de overstromingskans in de huidige situatie kan ook vooruitgekeken worden naar de te verwachten dijkopgave na het invoeren van de overstromingskans bij een W+ klimaatscenario.

In een laatste stap van deze analyse is op basis van de in VNK2 behaalde resultaten onderzocht welk deel van de opgave een hoogteprobleem betreft (daar werkt het Plan Sluizen wel), en waar het een sterkteprobleem betreft (daar werkt het Plan Sluizen slechts beperkt door). Ter toelichting van dit laatste: het Plan Sluizen zorgt ervoor dat de MHW-stijging die in de voorkeursstrategie ontstaat (oplopend op sommige trajecten tot 0,7 meter in 2100) weer geneutraliseerd wordt. De trajecten met een sterkteopgave zijn echter nu al afgekeurd (dus bij de huidige MHW), of worden dat met de nieuwe normen in de volgende toetsronde. Door de MHW-stijging te neutraliseren, wordt dit probleem niet opgelost. Voor deze trajecten is er geen besparing met het Plan Sluizen. Datzelfde geldt ook voor zetting.

In onderstaande twee figuren (B4.6) is op basis van de overstromingskansen een ruimtelijke spreiding van de mechanismen hoogte en piping weergegeven, deze mechanismen hadden de grootste bijdrage aan de faalkans in de VNK2 analyses. Bij het bekijken van deze kaartjes moet bedacht worden dat VNK studies gedaan zijn op basis van de kennis over de mechanismen zoals die ten tijde van het begin van dat onderzoek bekend waren.

Inmiddels is er veel ontwikkeling geweest op de inhoudelijke kennissporen voor alle mechanismen. De verdeling van de bijdrage vanuit de faalmechanismen en een inschatting van de opgaven voor de Nederlandse dijken zou tegenwoordig iets anders komen te liggen. Een inschatting daarvan is nog niet beschikbaar en moet

blijken uit de volgende landelijke toetsing die van 2017 tot 2023 zal lopen. De kaartjes kunnen om die reden alleen indicatief beschouwd worden. Eerste inschatting is dat de opgave die veroorzaakt wordt door de sterktemechanismen groter wordt (wijziging in modellering en parameter bepaling) en de opgave door overslag kleiner (grotere overslag debieten). Dit werkt ten nadele van het Plan Sluizen.



Figuur B4.6 Beeld van het percentage van de trajecten dat aangepakt moet worden op hoogte (links) en percentage van de trajecten dat aangepakt moet worden op piping (rechts).

Als op de rechter kaart in figuur B4.6 een traject een kleur heeft anders dan groen, dan is er een sterkteopgave. Die kan met een MHW-neutralisatie (uitgangspunt voor het Plan Sluizen) niet worden opgelost.

Als op de linker kaart een traject een kleur heeft anders dan groen, is er een hoogteopgave. Dit kan ook door zetting komen; de hoogteopgave wordt in dit gebied voor 75% veroorzaakt door zetting, de rest is klimaat. Als op trajecten met een hoogteopgave op de rechter (piping) kaart datzelfde traject groen is, is er alleen een hoogteopgave, en werkt het Plan Sluizen om deze dijkversterking te voorkomen.

Als op beide kaarten een traject groen is, is in de voorkeursstrategie de opgave na 2050 hoogte. Ook in dit geval werkt het Plan Sluizen om deze dijkversterking te voorkomen. Voor een aantal dijktrajecten (zoals 19_1 Rozenburg) wordt met een extra opgave wat betreft hoogte gerekend omdat deze buiten de sluizen komt te liggen in het Plan Sluizen. Op dit traject gaat het hydraulisch belastingniveau aanzienlijk omhoog (ongeveer 2,5 meter, zie hoofdstuk 3, tabel 3.4).

Voor macrostabiliteit zijn dergelijke kaarten helaas niet beschikbaar, maar de inschatting is dat dit speelt op diverse trajecten.

4.4 Doorwerking op de opgaven voor Rijnmond-Drechtsteden

Concreet levert dit de volgende resultaten op het voor het Rijnmond-Drechtsteden gebied. Daarbij wordt alleen gekeken naar de trajecten die beïnvloed worden door het Plan Sluizen (dit zijn trajecten: 14_1, 15_2, 16_2, 16_3, 17_1, 17_2, 17_3, 18_1, 20_2, 20_3, 20_4, 21_1, 21_2, 22_1, 22_2, 24_2, 25_2, 34_a1, 34_1, 34_2). Onderstaande opsommingen zijn ook te vinden in Tabel B4.4.

Tot circa 2050 is er al dan niet een *hoogteopgave* te verwachten voor:

- **Geen** opgave voor: 17_1, 17_2, 20_4, 21_1, 21_2, 22_1, 24_2, 25_2, 34_a1, 34_1, 34_2
- **Wel** een opgave voor: 14_1, 15_2, 16_2, 16_3, 17_3, 18_1, 20_2, 20_3, 22_2

Tot circa 2050 is er al dan niet een *pipingopgave* te verwachten voor:

- **Geen** opgave voor: 14_1, 18_1, 20_2, 22_2, 24_2
- **Wel** een opgave voor: 15_2, 16_2, 16_3, 17_1, 17_2, 17_3, 20_3, 20_4, 21_1, 21_2, 22_1, 25_2, 34_a1, 34_1, 34_2

Er is alleen een hoogteopgave voor 14_1, 18_1, 20_3, 22_2 in de eerste helft van de eeuw en een opgave in de tweede helft van deze eeuw voor 25_2, 20_2, 21_2 en 24_3 (300 miljoen). Totale kosten voor die trajecten zijn 880 miljoen euro in de eerste helft van de eeuw en in totaal zijn de kosten tot 2100 1,2 miljard.

Voor de overige trajecten werkt het Plan Sluizen wel en de voorkeursstrategie niet. Voor deze laatste is in dit geval nog 0,7 miljard euro extra nodig. In totaal valt het Plan Sluizen via bovenstaande redeneerlijn goedkoper uit dan de voorkeursstrategie. De besparingen van het Plan Sluizen zitten vooral in de 2^{e} helft van deze eeuw. Daarbij is de verdeling van de besparing als volgt in de tijd:

a. 2015-2030: 143 M€
b. 2030-2040: -635 M€
c. 2040-2050: 373 M€
d. 2050-2070: 361 M€
e. 2070-2100: 426 M€

	Dijkkosten in miljoenen euro's					
	Plan Sluizen					
Dijk traject	**2024-2029**	**2030-2040**	**2041-2052**	**2053-2070**	**2071-2100**	**Totaal**
14_01	0	305	0	0	0	**305**
14_02	0	311	0	0	0	**311**
14_03	0	72	0	0	0	**72**
15_01	193	0	0	0	15	**208**
15_02	0	175	21	67	36	**299**
16_01	0	602	0	0	0	**602**
16_02	0	380	0	0	0	**380**
16_03	0	414	0	0	25	**439**
16_04	0	168	0	0	0	**168**
17_01	0	0	201	0	0	**201**
17_03	0	0	0	0	0	**0**
17_02	0	0	66	0	0	**66**
18_01	0	57	0	6	0	**63**
19_01	0	205	0	0	0	**205**
20_02	0	55	0	0	0	**55**
20_03	0	0	0	0	4	**4**
20_04	0	0	12	0	0	**12**
21_01	0	0	190	0	0	**190**
21_02	0	0	0	113	0	**113**
22_02	0	0	0	0	16	**16**
22_01	0	0	55	0	0	**55**
24_01	0	20	0	0	0	**20**
24_02	0	0	0	47	0	**47**
24_03	0	0	250	0	0	**250**
25_02	0	0	130	0	0	**130**
34_01	0	109	0	0	0	**109**
34_02	0	211	0	0	0	**211**
34a_01	0	8	0	0	0	**8**
Totaal	**193**	**3092**	**925**	**233**	**96**	**4539**

Tabel B4.4 Hoogte en Sterkte opgave Plan sluizen samenvatting

Overigens is de groep ingenieurs van mening dat de berekende kosten voor dijkversterking te hoog zijn. Zij zijn van mening dat gegeven de waterstanddalingen in Plan Sluizen meer besparingen op dit punt mogelijk zijn. Om die reden zou naar hun mening meer onderzoek naar bewezen sterkte van de dijken gedaan moeten worden.

Wat betreft het eerste punt: ook de waterschappen geven aan dat de kostenberekeningen van KOSWAT naar hun idee aan de hoge kant zijn. Dat geldt dan echter wel voor beide varianten. Het verschil tussen de twee varianten, en daarmee de mogelijke besparing, wordt daardoor kleiner.

Bewezen sterkte is vanwege twee redenen in dit geval niet aan de orde:

a. De MHW-stijging wordt gecompenseerd in het Plan Sluizen. Maar deze MHW's zijn in het verleden nog nooit langdurig opgetreden, ze horen bij een situatie die eens in de 2.000 of eens de 10.000 jaar voorkomt (voor respectievelijk Dordrecht en Rotterdam). We meten pas 100 jaar. De kans dat in die periode een MHW-situatie optreedt is, uiterst klein.
b. Door de afsluiting ontstaat een andere belastingsituatie. Bij een open Rijnmaasmondig wordt het MHW mede bepaald door wind. Hoe dichter bij Hoek van Holland, hoe meer. Vaak is dit een kortdurende, maar wel wat extremere belasting. In een afgesloten situatie wordt de Rijnmaasmonding een volledig riviergedomineerd systeem. Hier gaat het om een hydraulische belasting die in maatgevende omstandigheden weken aanhoudt. Die veroorzaakt met name de sterkteproblemen (piping, macrostabiliteit). Ook deze situatie is in dit gebied in het verleden nog nooit opgetreden.

Bijlage 5: Ruimtelijke ontwikkeling buitendijks

1. Ruimtelijke ontwikkeling buitendijks Voorkeursstrategie

In het Rijnmond-Drechtstedengebied vinden veel buitendijkse activiteiten plaats. Er wonen circa 64.000 inwoners in de huidige situatie, mogelijk groeiend naar 100.000 in de toekomst. Een groot deel van de (chemische) industrie van het Europoortgebied ligt buitendijks. In dit buitendijkse gebied is een transformatie gaande. Oude havenactiviteiten trekken naar het westen, waardoor ruimte vrij komt voor gemengde woon-werkgebieden met kleinschaligere productie dichtbij de stad.

De ambitie van de Voorkeursstrategie is om Nederland in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en waterrobuust in te richten, waarbij bij (her)ontwikkelingen geen extra risico op schade en slachtoffers ontstaat (zover dat redelijkerwijs haalbaar is), met speciale aandacht voor vitale en kwetsbare functies als chemische industrie. In 2020 zal dit onderdeel zijn van beleid en handelen van overheden. Voor buitendijkse gebieden wordt in de regio een 'Strategische Adaptatieagenda Buitendijks' ontwikkeld. Onderdelen van deze strategische adaptatieagenda zijn concrete schadebeperkende maatregelen, gecombineerd met risicocommunicatie en rampenplannen (Deltaprogramma Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie, 2015).

Bij Hoek van Holland wordt de waterstand nu gedomineerd door het getij vanuit zee, wat zorgt voor een variërend waterpeil en korte hoogwaterpieken gedurende de dag. Richting Dordrecht wordt de waterstand steeds meer rivier-gedomineerd. In het stormseizoen zullen de hoogste pieken worden bereikt, terwijl in de zomermaanden de laagste waterstanden zullen voorkomen. Dit typische karakter blijft in de Voorkeursstrategie met een open Rijn- Maasmonding gehandhaafd.

<u>Relatie met water en ruimtelijke kwaliteit</u>

Grote delen van het bestaande buitendijkse gebied hebben een sterke relatie met water, zoals wonen en recreatie. Voorbeelden zijn Noordereiland en het buitendijkse historische stadshart van Dordrecht. De bewoners accepteren hier de relatief kleine overstromingen ('leven met water'). Om ook in de toekomst de schade en overlast van hoogwaters beperkt te houden, wordt er door Gemeente Rotterdam en Gemeente Dordrecht ingezet op lokale, adaptieve maatregelen, zoals 'flood proof' woningen en flexibele keringen, om bestaand gebied aan te passen aan de effecten van klimaatverandering. Naar verwachting zullen maatregelen de ruimtelijke kwaliteit van dit gebied niet significant beïnvloeden en zullen deze maatregelen bijdragen aan de awareness van wonen in de delta.

Op een gegeven moment zal (locatie specifiek) een knikpunt worden bereikt, waarbij deze lokale maatregelen niet meer voldoen. Er zal dan een collectieve waterveiligheidsinterventie, zoals het inpolderen van het betreffende buitendijks gebied, of een watersysteeminterventie nodig zijn, zoals vervanging Maeslantkering of Ruimte voor de Riviermaatregel. In Dordrecht zal dit knikpunt worden bereikt bij een waterstand van ca. 3.80m+NAP. De invloed hiervan op de ruimtelijke kwaliteit en relatie met het water is afhankelijk van het gekozen ontwerp. Bij dijk*verhogingen* is barrièrewerking tussen water en de stad een aandachtspunt.

In transformatiegebieden (Stadswerven, Dordrecht en Stadshavens, Rotterdam) wordt sterk ingezet op water als gebiedskwaliteit voor nieuwe woningen. Er wordt hier geanticipeerd op toename van het waterpeil door klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting, zoals grondophoging en adaptieve ontwerpen. Deze aspecten hebben geen significante invloed op de relatie met het water en de

ruimtelijke kwaliteit van het gebied. Ontwerpers kunnen ruimtelijke ontwerpen hier goed aan aanpassen.

<u>Industrie</u>

Het havengebied van de Rijnmond-Drechtsteden strekt zich uit van de Tweede Maasvlakte tot aan de Moerdijk. In de buitendijkse gebieden is een grotere kans op grote economische schade en milieuschade, mede omdat dit gebied mede verantwoordelijk is voor het functioneren van het achterland (Deltaprogramma, 2014d). Het grootste deel van de industrie ligt echter op hoog gelegen grond, de Botlek is een aandachtspunt. De levensduur van opstal ligt bij industrie veel lager dan bij woningen. Nieuwe industrie zal zich zo beter adaptief kunnen ontwikkelen aan stijgend waterpeil dan woongebied.

<u>Grondwaarde</u>

Andere omgevingsfactoren, zoals het voorzieningenniveau, werkgelegenheid en groei van de stad en economisch klimaat, globale ontwikkelingen in duurzaamheid en techniek zijn veel maatgevender op de grondwaarde, huizenprijzen en snelheid van transformatie in onder andere Stadshavens (Rotterdam) en Stadswerven (Dordrecht) dan waardedaling door overstromingsdreiging.



Figuur B5.1: Inundatiediepte buitendijks gebied in de voorkeursstrategie bij een frequentie van 1/1000 per jaar (Defacto, 2015 en HKV, 2015c)

Voor meer informatie, zie Defacto, 2015.

2. Ruimtelijke ontwikkeling buitendijks Plan sluizen

De uitvoering van Plan Sluizen zal de situatie in het buitendijkse gebied van de Rijnmond Drechtsteden veranderen. Ten oosten van de afsluiting in de Nieuwe en Oude Maas zullen (extreme) hoogwaterstanden afnemen wat de kans op overstromingen significant zal doen afnemen. Omdat rivierafvoer in tegenstelling tot het getij van zee relatief langzaam toe- of afneemt, zal in tegenstelling tot de Voorkeursstrategie het waterpeil gedurende het jaar een veel lagere dynamiek

kennen. Ten westen van de afsluiting zal bij afwezigheid van de Maeslantkering de kans op hoogwater toenemen.

<u>Relatie met het water en ruimtelijke kwaliteit</u>
Lokale, adaptieve maatregelen om schade en overlast van hoogwater te beperken zullen ten oosten van de afsluiting niet of minder snel nodig zijn bij uitvoering van Plan Sluizen. Het wel of niet uitvoeren van deze kleine maatregelen zal geen significant verschil maken voor de ruimtelijke kwaliteit van het gebied. De relatie met het water zal bij Plan Sluizen wel veranderen. Door de verlaging van de (extreme) hoogwaterstanden zullen inundaties minder vaak optreden en zal de 'awareness' met betrekking tot het wonen in de delta afnemen.

In beide situaties is er de nabijheid van het water en ontwerpers kunnen met beide varianten even goed uit de voeten om een aantrekkelijk ontwerp te maken. Op het knikpunt, het moment waarop lokale, adaptieve maatregelen niet meer voldoen voor een bepaalde locatie, zal een collectieve waterveiligheidsinterventie of watersysteeminterventie nodig zijn. Het eventuele effect van een dergelijke maatregel op de ruimtelijke kwaliteit is lastig in te schatten en is sterk afhankelijk van het gekozen ontwerp.

Bij uitvoering van Plan Sluizen krijgt de rivier mogelijk een grotere recreatieve betekenis voor de Rijnmond-Drechtsteden. De eventuele afname van het aantal (grote) schepen op de rivier brengt mogelijkheden voor pleziervaart en watersport. Een meer beheerst waterpeil zou het ook mogelijk kunnen maken om het binnenstedelijke water te verbinden met de rivier, wat interessant is voor watertaxi's en vaarroutes. Cruiseschepen, een belangrijke impuls voor het toerisme in Rotterdam, kunnen echter niet meer aanmeren langs de Kop van Zuid in verband met de capaciteit van de sluis. Deze zullen in Vlaardingen de passagiers moeten laden en lossen.

De aanleg van een afsluiting ter plaatse van de Beneluxtunnel biedt mogelijkheden voor regionale infrastructuur tussen Rotterdam Noord en Zuid. Een extra regionale verkeersverbinding zou een impuls kunnen zijn voor de ontwikkeling van Stadshavens. Verder naar het westen is er reeds een extra oeververbinding in planfase (Blankenburgverbinding).

Door het meer beheerste waterpeil zonder getij en de invloed hiervan op de Rijnmond-Drechtsteden zal het stoere, rauwe havenimago van de Rijnmond-Drechtsteden in de dynamische delta doen veranderen bij uitvoering van Plan Sluizen. Dit zal heel andere kwaliteiten doen laten ontstaan.

Met betrekking tot de relatie met water; dit zal verschillende perspectieven brengen waar individueel of lokaal geen positief of negatief oordeel aan te geven valt. Ontwerpers kunnen zich goed aanpassen aan beide waterstandsdynamieken.

Aspecten waar verschillen zullen ontstaan zijn bijvoorbeeld dat bij Plan Sluizen de awareness van 'leven in de delta' achter de zeesluis afneemt omdat de kans op een overstroming afneemt en de aanleg van tijdelijke flexibele maatregelen niet nodig zullen zijn. Plan Sluizen zal wellicht meer kansen gaan bieden voor recreatievaart en geeft de kans een regionale verkeersverbinding aan te leggen tussen Rotterdam Noord en Rotterdam Zuid. Dit laat zien dat deze afweging veel meer een vraagstuk op stads- of regioniveau is. Het imago van de Rijnmond-Drechtsteden in de dynamische delta zal fundamenteel veranderen bij uitvoering van Plan Sluizen en zal heel andere kwaliteiten doen laten ontstaan.

Industrie

Het verdwijnen van de open verbinding met zee zou een negatief effect kunnen hebben op het vestigingsklimaat voor industrie en daarmee op de waarde van de industriële grond, maar ook op de werkgelegenheid. De ambitie van de Drechtsteden is bijvoorbeeld om zich te blijven positioneren als maritieme topregio. Een groot deel van de lokale werkgelegenheid hangt hier ook mee samen. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen of Plan Sluizen dermate negatieve effecten gaat hebben op de handelspositie van de maritieme sector in en rond Dordrecht en wat hiervan de invloed is op de waarde van het buitendijkse gebied.

De mate van economische groei en globale uitdagingen zoals de toekomstige energietransitie en de ontwikkelingen rond vergaande robotisering van industrie en bedrijfsleven kunnen uiteindelijk ook een grote invloed hebben op de behoefte aan dit type havengebieden en de mogelijke transformatie daarvan.

Vóór de zeesluis zullen, door een plotse toename van de kans op hoogwaterstanden, eenmalig forse investeringen nodig zijn om de industrie te beschermen tegen overstromingen, zeker omdat de externe veiligheidsnormen scherper zijn dan de waterveiligheidsnormen. Bij de uitvoering van de VKS zal het gebied zich geleidelijk aanpassen aan het stijgende waterpeil.

Grondwaarde

Door de significant lagere kans op overstromingen zal bij Plan Sluizen de kans op overstromingsschade, het risico van grondwaardedaling en het risico op vertrek van hogere inkomensgroepen achter de zeesluis afnemen.

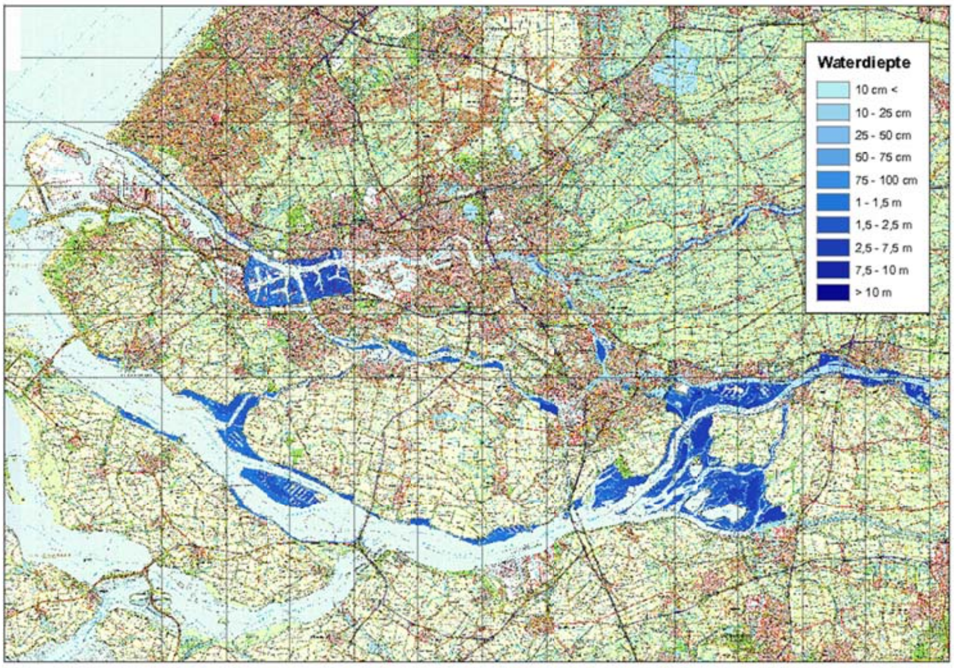
Ook investeringen voor individuele en collectieve waterveiligheidsmaatregelen bij bestaand of herontwikkelingsgebied die voorzien zijn in de Voorkeursstrategie zullen niet of op een pas veel later moment nodig zijn. Het effect van Plan Sluizen op de grondwaarde van dit gebied wordt als beperkt geschat en bij herontwikkeling is het niet de verwachting dat de investeringsvoordelen die Plan Sluizen oplevert een significant verschil zal opleveren op de snelheid waarmee dit soort gebieden transformeren. Globale ontwikkelingen in duurzaamheid en techniek, het economisch klimaat en de groei van Rotterdam zullen bepalender zijn dan.

Echter, ten westen van de afsluiting zal er wel een significant effect optreden op overstromingsschades en de grondwaarde en zullen er juist bij Plan Sluizen meer maatregelen genomen moeten worden om het buitendijkse gebied te beschermen tegen overstromingen. De Botlek is in de Voorkeursstrategie al een aandachtsgebied.

Bij de huidige wateroverlast is er nog geen sprake van (langdurige) waardevermindering van de woning- en grondprijzen en vertrek van hogere inkomensgroepen na een overstroming en is het risico op slachtoffers acceptabel. In de toekomst zullen er bij de uitvoering van de VKS in bestaand gebied steeds meer lokale, adaptieve maatregelen nodig zijn om dit risico niet toe te laten nemen. Vooral een groot event (grote overstroming) zal bovenstaande risico's doen toenemen. Op lange termijn zullen collectieve maatregelen met hoge investeringskosten nodig zijn. Bij Plan Sluizen zullen deze investeringskosten wellicht pas op lange termijn nodig zijn en worden genoemde risico's verminderd. Vóór de sluis zullen er in een relatief korte tijd maatregelen genomen moeten worden omdat het risico op overstromen na de aanleg van de sluis sterk toeneemt.

Overstromingsschades bij nieuwbouw worden zoveel mogelijk beperkt door ophoging met zand. In deze transformatiegebieden wordt verwacht dat de meerkosten om bescherming te bieden tegen overstromingen, niet de doorslag zal geven in de snelheid van transformatie; globale ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid, energie en techniek en de ontwikkeling van Rotterdam zullen samen met het economisch klimaat vele malen meer invloed hebben.

Tot slot zijn andere omgevingsfactoren veel maatgevender voor de keuze om zich in een bepaald gebied te vestigen, zoals het voorzieningenniveau en werkgelegenheid in een stad.



Figuur B5.2 Inundatiediepte van buitendijkse gebieden in Plan Sluizen bij een frequentie van 1/1000 per jaar (Defacto, 2015, HKV, 2015c)

3. Eindconclusie

Voor een daadwerkelijk kwantitatieve analyse tussen Plan Sluizen en de VKS met betrekking tot de waarde van het economisch gebied in 2100 biedt dit onderzoek onvoldoende houvast. Op basis van kwalitatieve expertkennis komt naar voren dat de invloed van waterveiligheid op de waarde van de buitendijkse gebieden in de Rijnmond-Drechtsteden en de voorwaarden voor de transformatie van oude havengebieden een klein aspect is. De impact van duurzaamheid, economische groei, globalisering, ontwikkeling van de Rijnmond-Drechtsteden zullen veel doorslaggevender zijn. Wel zal de keuze tussen de VKS of Plan Sluizen van grote invloed zijn op het karakter en imago van het gebied.

Voor meer informatie, zie ook Defacto, 2015.

Bijlage 6: Overstromingsschade buitendijks

In dit rapport zijn in hoofdstuk 3 de resultaten gerapporteerd van diverse hydraulische analyses met betrekking tot het Plan Sluizen. Onder meer is beschreven wat de effecten zijn van het plan op maatgevende hoogwaterstanden en hydraulische belastingniveaus. Op basis van deze effecten kan de economische gevolg-schade in het buitendijkse gebied bij de variant Plan Sluizen in de regio van Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden worden bepaald. Deze bijlage beschrijft de resultaten en de wijze waarop de schade in buitendijks gebied is bepaald in de regio Rijnmond-Drechtsteden. Bij het bespreken van de resultaten wordt alleen ingegaan op de resultaten van het Plan Sluizen (ten opzichte van de voorkeursstrategie), omdat de resultaten van andere doorgerekende varianten al eerder is besproken (zie Huizinga, 2011).

Berekening (economische) gevolg schade op hoofdlijnen

De werkwijze van schadeberekening is schematisch als volgt weer te geven.



Figuur B6.1: Stroomschema bepaling overstromingsschade buitendijks.

In de navolgende tekst worden de zeven stappen uit het bovenstaande stroomschema nader toegelicht.

Stap 1 - Waterstanden: berekenen op de rivier-as

De waterstanden op de as van de rivier zijn berekend met het Deltamodel versie 0.2 (Botterhuis & Stijnen, 2015) bij verschillende herhalingstijden (10, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000 jaar) voor de volgende varianten:

1. Huidig beheer: deze variant geeft de situatie weer in 2100 waarbij de huidige situatie (het huidige beheer) wordt voortgezet tot 2100.
2. Voorkeursstrategie: deze variant geeft de situatie weer in 2100, waarbij de Maeslantkering in 2070 is vervangen door een verbeterde stormvloedkering met een faalkans van 1 op 1000 sluitingen;
3. Plan Sluizen: deze variant geeft de situatie weer in 2100, waarbij in 2040 het Plan Sluizen is gerealiseerd.

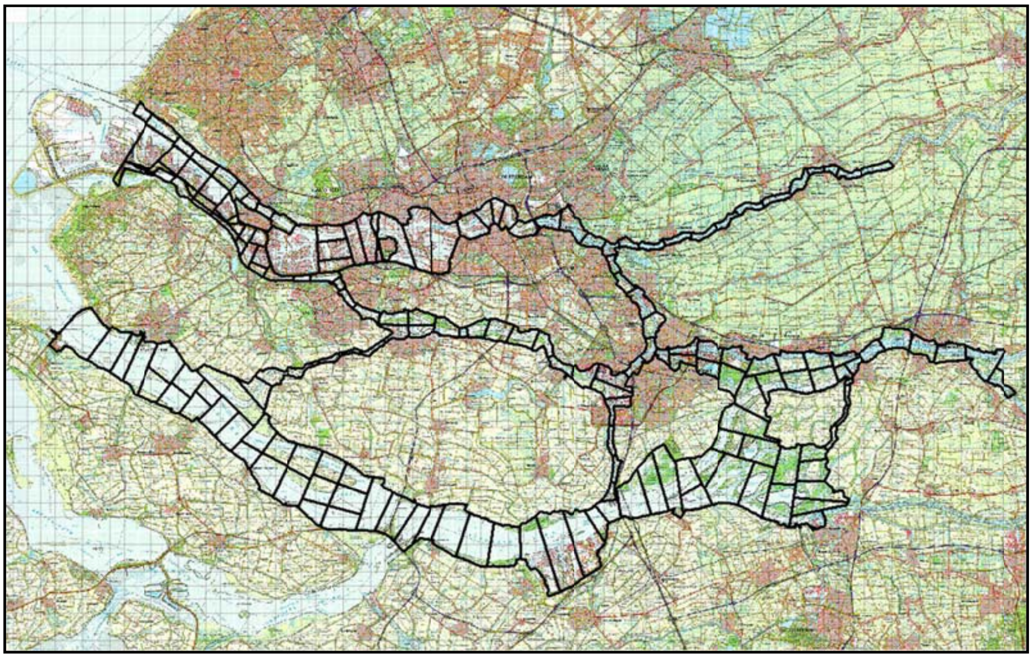
Een overzicht van alle uitvoerlocaties (op de as van de rivier) van de statistiek berekening is is weergegeven in figuur B6.2.



Figuur B6.2: Overzicht van alle uitvoerlocaties van de waterstand-statistiek berekening.

<u>*Stap 2 - Waterstanden: koppelen aan waterstandsvlakken*</u>

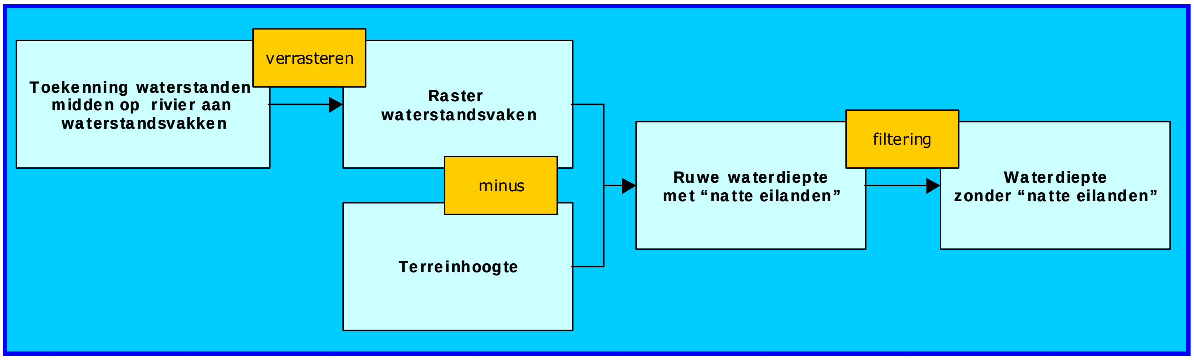
Waterstandsvakken zijn vakken op de rivier tussen de bandijken (primaire keringen) langs beide oevers van de watergang en waarbinnen een dezelfde (horizontale) waterstand wordt verondersteld. De grenzen van de vakken liggen zoveel mogelijk loodrecht op de stroomlijnen van de waterloop. Een voorbeeld van het toegepaste waterstandsvakken GIS-bestand is weergegeven in de onderstaande figuur. Aan elk waterstandsvak wordt een uitvoerlocatie van de statistiekberekening gekoppeld.



Figuur B6.3: Overzicht van gebruikte de waterstandsvakken in het deltagebied.

Stap 3 - Waterdiepte: waterstand minus terreinhoogte

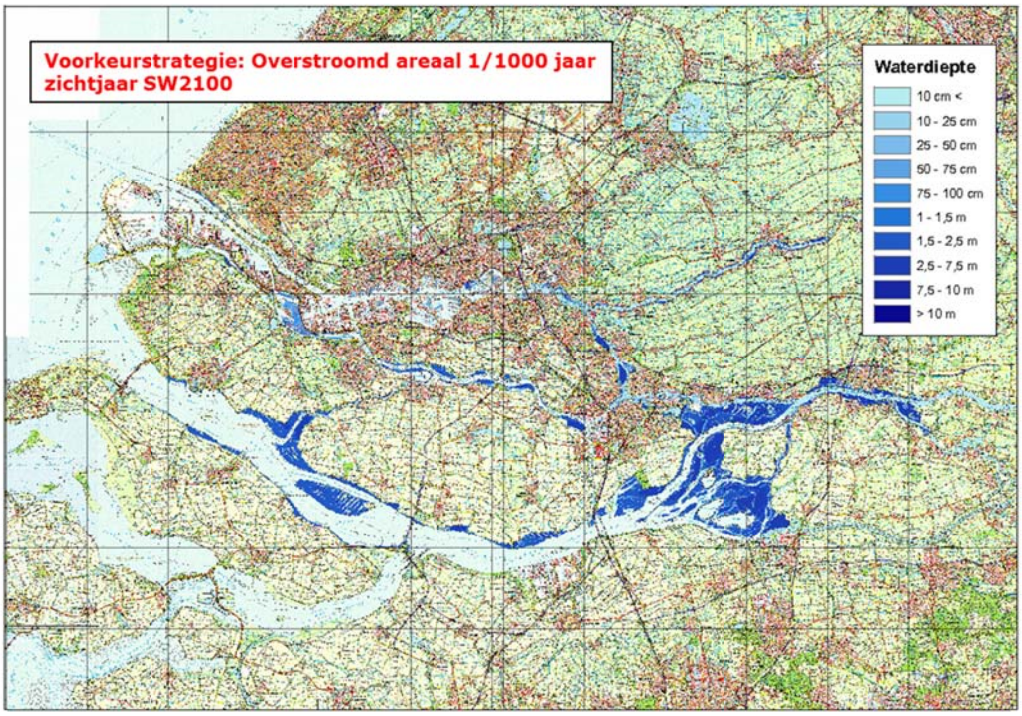
Voor de berekening van de inundatiekaarten per herhalingstijd wordt de voor elke benodigde herhalingstijd een berekening uitgevoerd. Schematisch is de gevolgde werkwijze weergegeven in figuur B6.4.



Figuur B6.4: Uitgevoerde stappen ter bepaling van de waterdiepte.

Om de waterdiepte te bepalen zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Verrastering van de waterstand van de waterstandsvakken met een celgrootte van 5x5 m^2;
2. berekening ruwe waterdiepte door van de waterstand de terreinhoogte af te trekken. De terreinhoogte is gebaseerd op het AHN2 (www.ahn.nl) en data van de gemeente Rotterdam.



Figuur B6.5: Voorbeeld van een inundatie-kaart.

Stap 4 - Waterdiepte: controle fysieke verbinding met de rivier

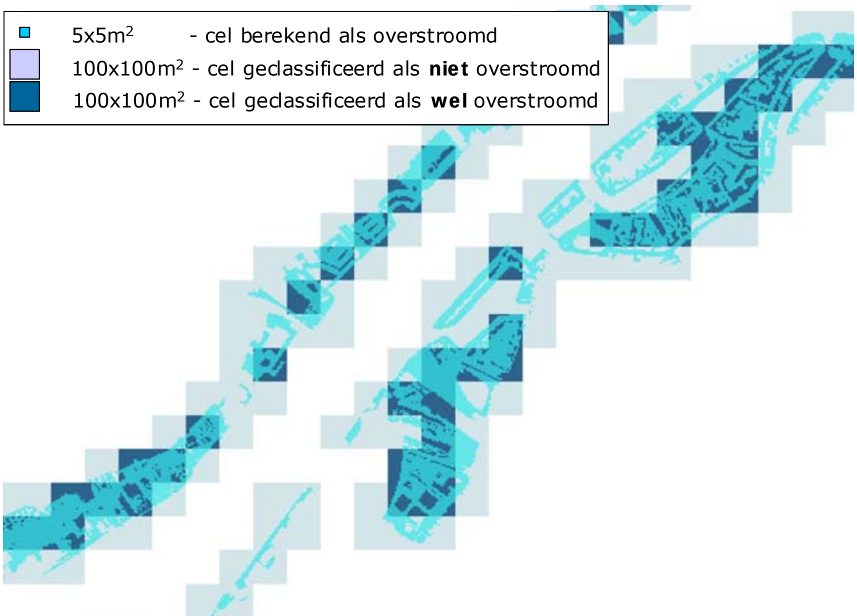
Voor dat verder wordt gegaan met de schadeberekening moet eerst de ruwe waterdiepte kaart worden gecontroleerd. Het doel van deze controle is het uitfilteren van die gebieden die weliswaar lager liggen dan de gerelateerde waterstand op de rivier, maar niet fysiek in verbinding staan met de rivier en dus niet overstroomd

kunnen zijn. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen als een laaggelegen gebied wordt omringd door kades of hoger gelegen terreinen, die een obstakel vormen voor het overstromen vanuit de rivier. Voor het uitfilteren van de 'natte eilanden' is het belangrijk dat de waterdiepte wordt berekend met een relatief kleine celgrootte zoals de toegepaste 5x5 m^2 (Huizinga, 2009). Het resultaat van de bewerking is een GIS raster-bestand opgebouwd uit cellen van 5x5 m^2 met daarin per rastercel de gecorrigeerde waterdiepte.

Stap 5 - Waterdiepte: conversie naar grover raster ten behoeve van HIS-SSM: 5x5 m^2 naar 100x100 m^2

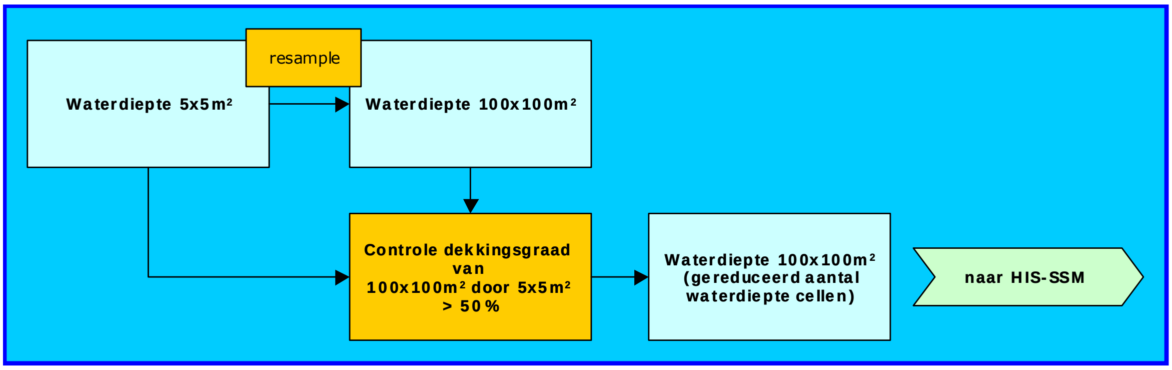
De gecorrigeerde waterdiepte vormt de invoer voor de Schade- en Slachtoffersmodule van het HIS (HIS-SSM) om economische schade en het aantal slachtoffers te kunnen bepalen. HIS-SSM heeft echter als invoer de landelijk gestandaardiseerde modus (Standaard Methode) waterdiepte-bestanden nodig met een cel-grootte van 100x100 m^2. De bestanden met daarin waterdiepten per 5x5 m^2 moeten dus worden omgezet naar 100x100 m^2; dit wordt wel *resamplen* genoemd. Er is voor gekozen om de mediane waarde van alle 5x5 cellen die binnen een 100x100 cel zijn gelegen te nemen om het effect van eventuele uitschieters in waterdiepte (bijvoorbeeld door aanwezigheid van droogdokken of glooiende kaderanden) te minimaliseren.

Bij het *resampling* proces kan het aantal 5x5 m^2 cellen waarop de mediane waarde van een 100x100 m^2 cel wordt gebaseerd, variëren tussen de 0 en 400 cellen. Immers, niet elke cel van 25 m^2 in een hectare is overstroomd. Er is voor gekozen om een drempelwaarde te hanteren van 50%, voordat daadwerkelijk een mediane waarde aan een cel van 100x100 m^2 wordt toegekend. Dit is noodzakelijk als bijvoorbeeld taluds langs de rivier overstromen, terwijl er op de kade nog geen water staat. In dergelijke gevallen is het onwenselijk om een volledige hectare te baseren op slechts enkele 5x5 m^2-cellen. Een gehele 100x100 m^2-cel wordt pas als overstroomd beschouwd wanneer meer dan 50% van de ingelegen 5x5 m^2-cellen (tenminste 200 cellen) zijn overstroomd. Is dit aantal kleiner, dan wordt de 100x100 m^2-cel als niet overstroomd beschouwd. Dit wordt geïllustreerd in de onderstaande figuur.



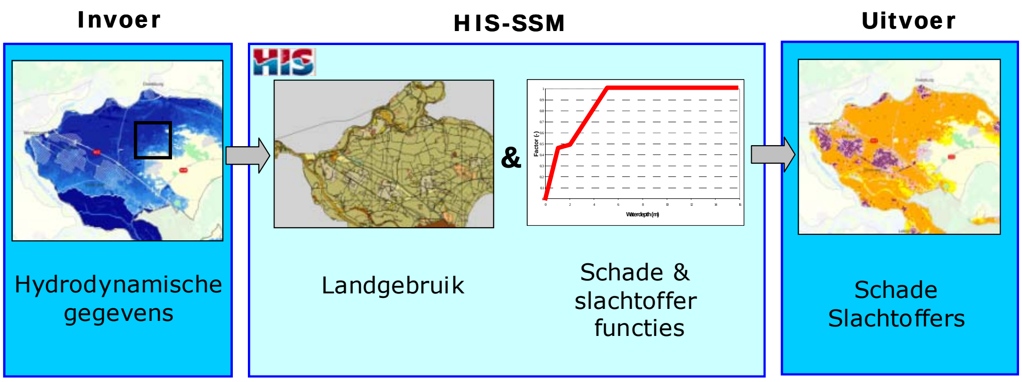
Figuur B6.6: Voorbeeld controle dekkingsgraad bij resampling.

In de figuur zijn de natte 5x5 m^2 cellen lichtblauw. De cellen van 100x100 m^2 die voor minder dan 50% zijn bedekt met 5x5 m^2-cellen zijn grijsblauw en worden niet opgenomen in de resulterende kaart. De cellen van 100x100 m^2 die voor meer dan 50% worden bedekt met 5x5 m^2-cellen kennen zijn donkerblauw; deze cellen worden toegekend in de resulterende kaart. Het bewerkingsproces is schematisch weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur B6.7: Resampling proces inclusief controle dekkingsgraad.

<u>*Stap 6 - Schade: berekening economische schade met HIS-SSM*</u>
In deze stap wordt beschreven hoe op basis van de hier berekende waterdieptekaarten de economische schade wordt bepaald. HIS-SSM bevat een gestandaardiseerde nationale werkwijze (Standaard Methode) om schade en slachtoffers te berekenen, zodat het mogelijk is om uitkomsten van verschillende studies met elkaar te vergelijken. De methode is in het begin van dit millennium ontwikkeld in het kader van de door Rijkswaterstaat uitgevoerde studie "Schade en Slachtoffers", met als doel te komen tot een breed gedragen methode voor de bepaling van schade en slachtoffers ten gevolge van overstromingen in dijkringen. Voor achtergronden van de Standaardmethode en een meer uitgebreide toelichting wordt verwezen naar [Kok et al., 2005] en [Briene et al, 2002]. In figuur B6.8 is de berekening van HIS-SSM schematisch weergegeven.



Figuur B6.8: Procesgang berekening schade met HIS-SSM.

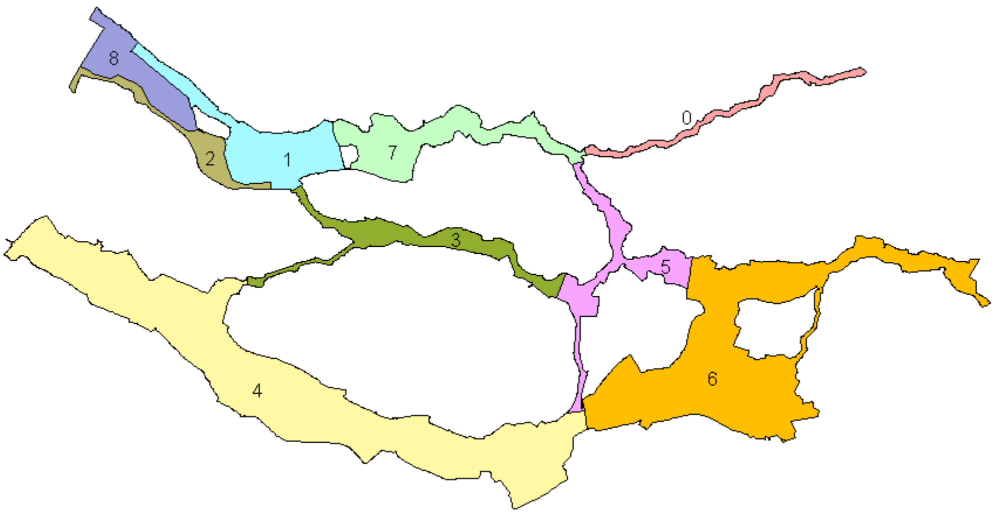
Om de schade en het aantal slachtoffers ten gevolge van een overstroming te berekenen met behulp van de Standaardmethode wordt gebruik gemaakt van de in HIS-SSM aanwezige geografische gegevens over landgebruik: de standaard dataset. Deze gegevens beschrijven voor geheel Nederland het type en aantal woningen, het aantal bewoners, het aantal en type bedrijven, oppervlakte landbouwgrond, etcetera. De meeste gegevens zijn direct gekoppeld aan de locatie van voorkomen. Uitzonderingen hierop zijn bedrijven en woningen. Deze gegevens zijn via een

koppeling aan postcode-centroïden (bijvoorbeeld: 3513 RT) opgenomen in HIS-SSM. Het feit dat sommige gegevens worden gekoppeld aan het midden van een postcodegebied heeft buitendijks tot gevolg dat de nauwkeurigheid van de berekende schade geringer is dan van berekeningen binnendijks bij grootschalige overstroming (grotere postcodegebieden en meer differentiatie per gebied).

In de berekeningen met HIS-SSM zijn in dit onderzoek niet alle schadecategorieën meegenomen. De volgende aanpassingen zijn uitgevoerd:
- Schade aan extensieve recreatie is verwijderd uit de berekeningen, omdat in buitendijkse gebieden overstroming juist een voorwaarde is voor instandhouding van dergelijke recreatiegebieden;
- Schade aan landbouw is verwijderd uit de berekeningen, omdat in buitendijkse gebieden landbouw is aangepast aan periodieke overstroming.

Om de verwachte economische schade en het verwachte aantal slachtoffers te kunnen berekenen dient in HIS-SSM een zogenoemd (overstromings-)scenario te worden samengesteld. Een scenario, zoals dat hier is toegepast, bevat de volgende gegevens: 1) de waterdiepte per locatie, 2) gemiddelde stroomsnelheid, 3) een gemiddelde stijgsnelheid en 4) een evacuatiefactor in het gebied. Hoe de kaarten met waterdieptes zijn bepaald is beschreven in de voorgaande paragrafen. De stijgsnelheid, de stroomsnelheid en de evacuatiefactor zijn alleen van belang voor het bepalen van het verwachte aantal slachtoffers. In deze berekening is alleen de verwachte economische schade van belang, daarom zijn voor deze invoer *default* waarden gekozen.

Stap 7 - Schade: aggregeren berekende schade per riviertak
Berekeningen van de schade voor het gebied als geheel geven geen duidelijk inzicht in de ruimtelijke differentiatie. Daarom zijn de gegevens geaggregeerd per riviertraject. Een dergelijk traject omvat het gehele gebied tussen de bandijken ofwel primaire keringen. Bij het maken van de indeling in trajecten is een tweetal criteria gehanteerd ter verkrijging van een homogeen beeld:
- dominant type bodemgebruik (wonen, industrie, natuur);
- hydraulische uniformiteit, waarbij grenzen worden bepaald door de ligging van bestaande (of geplande) keringen.



Figuur B6.9: Overzicht riviertrajecten behorend tot Plan Sluizen.

In figuur B6.9 is de indeling van de riviertakken gegeven. De riviertakken worden in de bespreking van de resultaten als volgt aangeduid:

Traject 0 – Lek
Traject 1 - Rotterdam benedenstrooms van de geplande sluizen
Traject 2 – Hartel-/Callandkanaal
Traject 3 – Oude Maas
Traject 4 – Haringvliet/Hollands Diep
Traject 5 – Dordrecht
Traject 6 – Merwede
Traject 7 - Rotterdam bovenstrooms van de sluizen
Traject 8 – Europoort

Resultaten

In tabel B6.1 en B6.2 zijn de resultaten van de schadeberekening weergegeven. In de eerste tabel staat het buitendijks areaal dat overstroomd eens per 10, 100 en 1000 jaar. Uit de tabel blijkt dat in alle deelgebieden voor alle herhalingstijden het overstroomd areal aanzienlijk afneemt door uitvoering van het Plan Sluizen[1], behalve in deelgebied 1 (het Botlekgebied, 1e en 2e Petroleumhaven). In de gebieden achter de dammen in Nieuwe en Oude Maas neemt het overstroomt areaal met ruim 60% af ten opzichte van de voorkeursstrategie. Daar tegenover staat dat het areaal in deelgebied 1 (zie figuur B6.9) eens per 10 jaar al aanzienlijk onder water komt te staan. bij realisatie van het Plan Sluizen moet dit gebied anders worden ingericht. Installaties moeten hoger worden aangelegd, verdedigd worden tegen overstromen of bestand tegen overstromingen zijn. Van het overstroomd areaal zijn ook kaarten beschikbaar waarin voor eens per 10, 100 en 1000 jaar de waterdiepte wordt weergegeven. Deze kaarten zijn gemaakt voor het Plan Sluizen, de voorkeursstrategie en het huidig beheer in zichtjaar 2100 bij klimaatscenario Stoom/Warm.

In tabel B6.2 staat de (economische) gevolg schade die in het buitendijks gebied eens per 10, 100 en 1000 jaar optreedt (bepaald met HIS-SSM). Gekozen is om de schade te presenteren exclusief de gebruikscategorie Landbouw en Extensieve Recreatie, omdat langs het Haringvliet nogal wat recreatie terreinen liggen, waarbij met de inrichting rekening is gehouden met geringe overstromingen. In de schadefuncties van HIS-SSM wordt geen rekening gehouden met deze aangepaste inrichting. De gevolg-schade geeft hetzelfde beeld als het overstroomd areaal. Namelijk, bij uitvoering van Plan Sluizen neemt in alle deelgebieden de schade aanzienlijk af behalve in deelgebied 1. Daar waar het overstroomd areaal in de overige gebieden met ruim 60% af neemt, neemt de schade in de overige gebied met ruim 30% af ten opzichte van de voorkeursstrategie.

Tenslotte, in de derde tabel is voor herhalingstijden 10, 50, 100, 250, 500, 1000 en 2000 voor het gehele buitendijkse gebied in Rijnmond geaggregeerd. Uit de tabel blijkt dat bij uitvoering van Plan Sluizen de toename van schade in deelgebied 1 (voor de dammen in Nieuwe en Oude Maas) dermate groot is, dat de totale buitendijkse economische schade toeneemt ten opzichte van de voorkeursstrategie in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm. De afname van de schade in de andere gebieden kan de toename in deelgebied 1 niet compenseren.

	deelgebied	oppervlak (ha)		
1/10 jaar		voorkeurstrategie	huidig beheer	plan sluizen
	0	70	70	52
	1	13	13	450
	2	4	4	0
	3	77	77	31
	4	267	267	197
	5	94	96	32
	6	779	779	567
	7	138	142	4
	8	4	4	4
1/100 jaar				
	0	72	72	68
	1	29	30	678
	2	106	106	0
	3	90	90	64
	4	280	280	231
	5	140	145	59
	6	879	880	779
	7	206	238	10
	8	22	22	23
1/1000 jaar				
	0	73	73	69
	1	46	96	747
	2	199	199	0
	3	104	126	71
	4	295	296	271
	5	201	207	94
	6	921	925	902
	7	374	702	19
	8	51	51	48

Tabel B6.1: Resultaat van de schade-berekening: het overstroomd areaal in de buitendijkse gebieden, geaggregeerd per deelgebied in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm[2].

[2] Eens per 100 jaar neemt het overstroomd areaal langs het Calandkanaal iets toe (1 ha) bij uitvoering van het Plan. Deze wijziging is niet significant en valt binnen de nauwkeurigheid van de analyse en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

	deelgebied	schade per deelgebied per variant (10^6 Euro)		
1/10 jaar		voorkeurstrategie	huidig beheer	plan sluizen
	0	12	12	3
	1	20	20	510
	2	0	0	0
	3	4	4	1
	4	18	18	9
	5	36	36	12
	6	168	168	84
	7	254	259	2
	8	1	1	0
1/100 jaar				
	0	15	15	12
	1	27	29	966
	2	27	27	0
	3	5	5	2
	4	21	21	13
	5	55	61	18
	6	204	205	172
	7	295	326	4
	8	7	7	10
1/1000 jaar				
	0	17	17	15
	1	36	61	1376
	2	81	81	0
	3	6	6	3
	4	29	30	19
	5	125	138	35
	6	226	226	218
	7	458	1019	6
	8	31	31	32

Tabel B6.2: Resultaat van de schade-berekening: de economische gevolg-schade in buitendijkse gebieden, geaggregeerd per deelgebied in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm (exclusief Landbouw en Extensieve Recreatie).

	Herhalingstijd						
	10	50	100	250	500	1000	2000
Voorkeursvariant	511	587	657	754	843	1009	1194
Huidig beheer	517	613	696	888	1164	1609	2088
Plan sluizen	621	1056	1197	1409	1550	1703	1871

Tabel B6.3: Resultaat van de schade-berekening: de economische gevolg-schade in buitendijkse gebieden, geaggregeerd voor de gehele Rijnmond in zichtjaar 2100 van klimaatscenario Stoom/Warm (exclusief Landbouw en Extensieve Recreatie).

Literatuur bij Bijlage 6.

Asselman, N., 2010. Flood risk in unembanked areas. Part B: Flooding characteristics: flow velocities in the downstream reaches of the river Rhine and Meuse. KfC report number: KfC 022B/2010 – ISBN: 978-94-90070-23-6. Deltares.

Botterhuis, T. en J. Stijnen, 2015. Verdieping van varianten voor het afsluiten van de Rijnmond, MHW en HBN berekeningen in de Rijn-Maasmonding . HKV LIJN IN WATER, juli 2015.

Briene, M., S. Koppert, A. Koopman & A. Verkennis, 2002. Financiële onderbouwing kengetallen hoogwaterschade - Eindrapport. In opdracht van RWS-DWW. NEI BV, Rotterdam.

Huizinga, H.J., 2010. Flood risk in unembanked areas. Part A: Flooding characteristics: flood depth and extent. KfC report number: KvK 022A/2010 – ISBN: 978-94-90070-22-9. HKVCONSULTANTS.

Huizinga, H.J., 2011. Eerste generatie oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie in de regio Rijnmond-Drechtsteden. Deelrapport: effecten op buitendijkse overstromingsrisico's. HKVLIJN IN WATER PR1997.12 in opdracht van Deltares, Delft

Kok, M., H.J. Huizinga, A.C.W.M.Vrouwenvelder & W.E.W. van den Braak, 2005. Standaardmethode 2005. Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen. HKVLIJN IN WATER en TNO Bouw. november 2005.

Bijlage 7: Alternatieve ontwerpen voor het Plan sluizen.
Uit analyses van de overstromingsschade in buitendijkse gebieden blijkt dat onder andere in de Botlek de schade als gevolg van overstroming van buitendijkse gebieden fors toeneemt. Om dit te voorkomen, hebben de ingenieurs gekeken of de sluizen ook op een andere locatie gepositioneerd kunnen worden, zodanig dat in ieder geval de Botlek en een deel van de buitendijkse gebieden bij Vlaardingen beter beschermd worden. In deze bijlage staan 2 alternatieven:
- Locatie Vlaardingen (figuur B7.1).
- Locatie Maassluis (figuur B7.2).

Locatie Maassluis zorgt voor de meeste bescherming van buitendijkse gebieden. Daar staat tegenover dat er meer hinder is voor de scheepvaart. Omdat beide varianten pas naar voren kwamen op het moment dat het onderzoek was afgesloten, konden ze in het kader van deze studie niet meer worden beoordeeld.

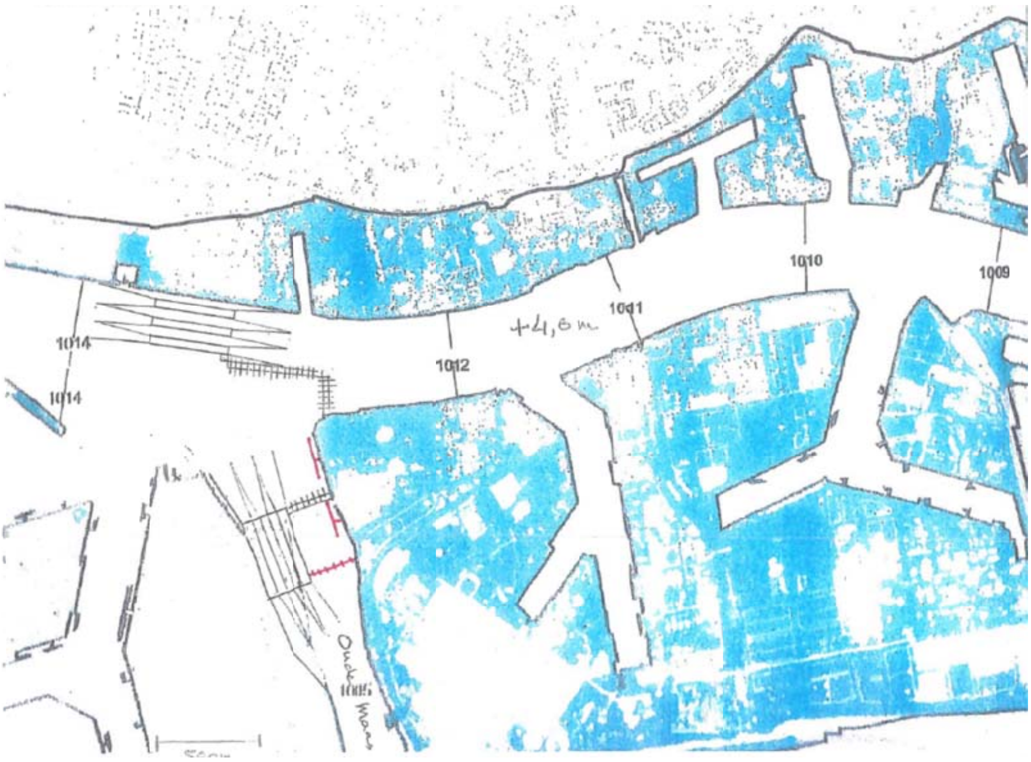


Fig. B7.1: Alternatief voor Plan Sluizen bij Vlaardingen. In blauw buitendijkse gebieden die achter de sluizen komen te liggen

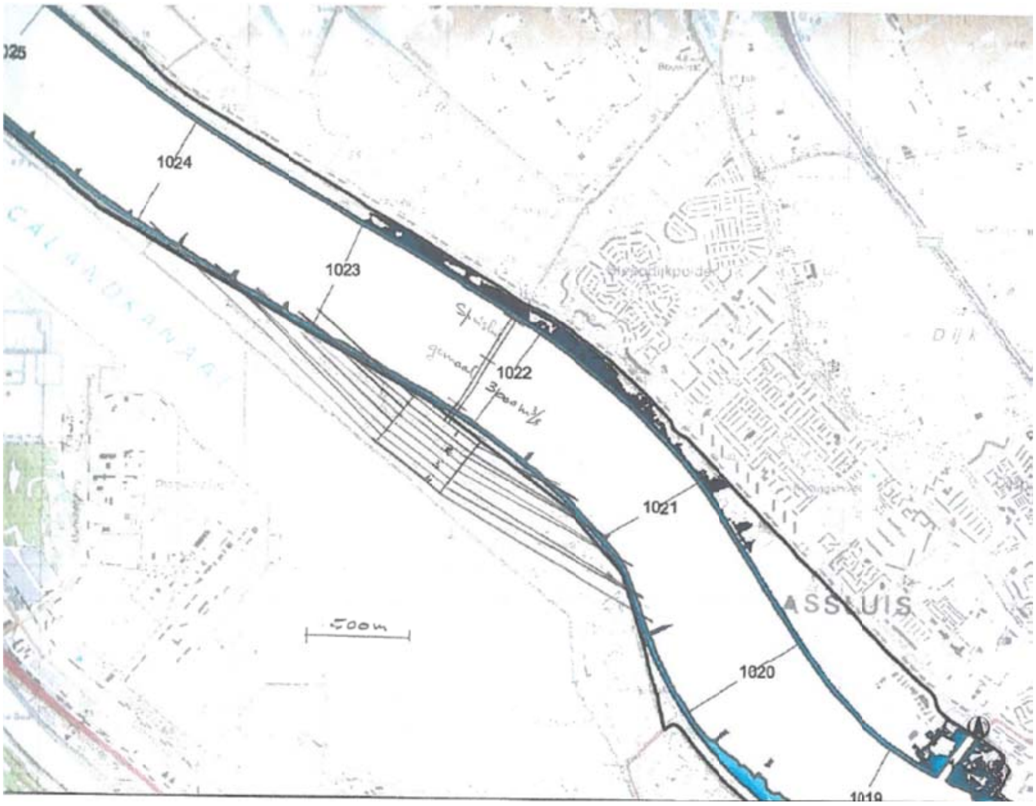


Fig. B7.2: Alternatief voor Plan Sluizen bij Maassluis.